ISSN 0287－069X

消研輯報 65

平成23年度

[グラビア]

[Ⅰ 研究業務]
- ○ 消防活動の安全確保のための研究開発
- ○ 危険性物質と危険物施設の安全性向上に関する研究
- ○ 大規模災害時の消防力強化のための情報技術の研究開発
- ○ 多様化する火災に対する安全確保に関する研究
- ○ リチウムイオン電池の危険性評価と安全対策
- ○ 東日本大震災における防火水槽の減水被害に関する調査結果
- ○ 津波減衰技術に関する研究

[Ⅱ 研究発表等]
- ○ 所外研究発表状況
- ○ 全国消防技術者会議
- ○ 消防防災研究講演会
- ○ 消防防災機器の開発等、消防防災科学論文及び原因調査事例に関する消防庁長官表彰
- ○ 研究懇話会
- ○ 調査技術会議

[Ⅲ 関連業務]
- ○ 研究交流
- ○ 所外講師派遣及び所外委員会等参加状況
- ○ 災害調査等
- ○ 産業財産権
- ○ 視察・見学

[付録]
- ○ 研究体制
- ○ 施設設備
- ○ 年表
- ○ 平成23年度刊行物

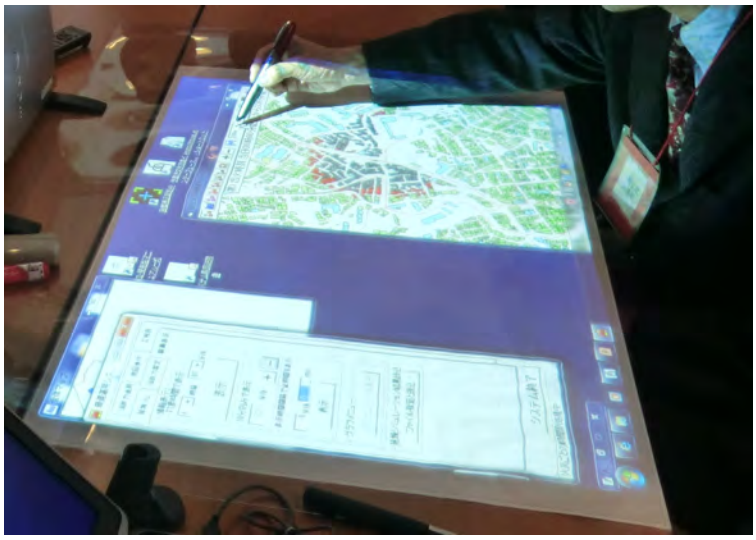
消防庁　消防研究センター

グラビア写真Ⅰ　消防研究センター　平成 23 年度の研究活動より

●リチウムイオン電池の危険性評価と安全対策

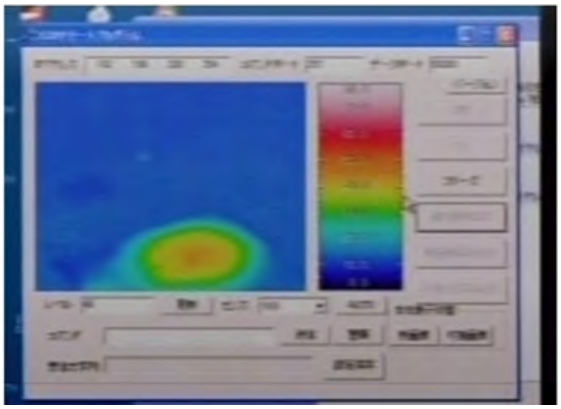
50%充電したリチウム電池の
加熱実験

●同時多発火災への対応を訓練するためのシミュレーターの開発



●消火活動のための火災現場情報把握技術に関する研究

赤外線カメラでの撮影



熱画像の送信

グラビア写真Ⅱ　消防研究センターの研究発表・啓蒙活動

第 59 回全国消防技術者会議（会場内の様子）（平成 23 年 10 月）

第 59 回全国消防技術者会議（展示発表の様子）（平成 23 年 10 月）

平成 23 年度消防防災機器の開発等、消防防災科学論文及び原因調査事例に関する消防庁長官表彰（平成 23 年 10 月）

平成 23 年度消防防災機器の開発等、消防防災科学論文及び原因調査事例に関する消防庁長官表彰（平成 23 年 10 月）

消防防災研究講演会
（消防研究センター・平成 24 年 1 月）

消防防災研究講演会 特別開催
（曳舟文化センター・平成 24 年 3 月）

グラビア写真Ⅲ　消防研究センターの関連業務

東北地方太平洋沖地震による浮き屋根式石油タンクの漏洩事故調査（平成 23 年 4 月）

東北地方太平洋紀地震により発生した津波により損傷した製油所の火災の調査（平成 23 年 4 月）

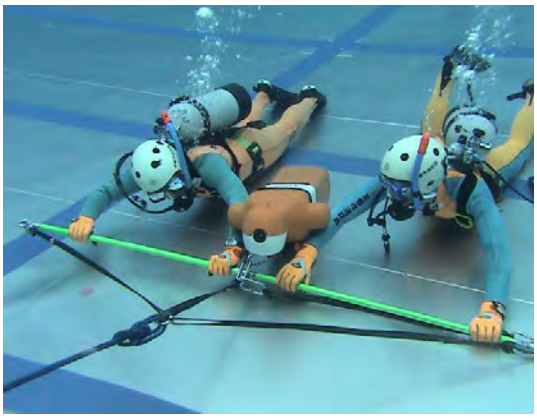
東北地方太平洋紀地震に伴い発生した LPG タンクの爆発火災の調査（平成 23 年 4 月）

給油取扱所の地下埋設タンクからの漏洩事故調査（平成 23 年 7 月）

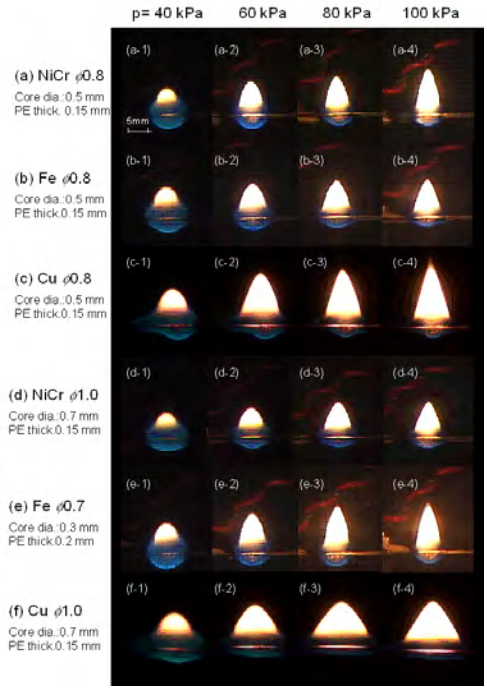
NAS 電池火災の調査（平成 23 年 9 月）

電気フライヤーの鑑識（平成 23 年 11 月）

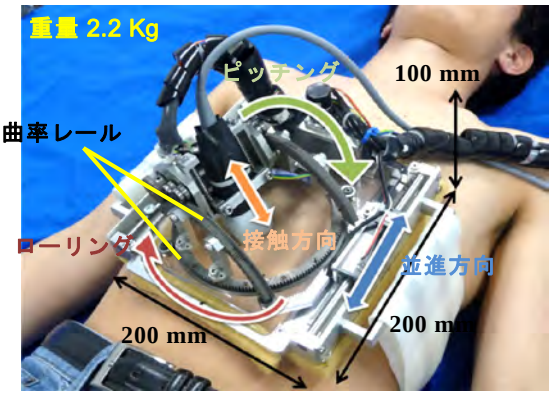
グラビア写真Ⅳ　消防防災機器の開発等、消防防災科学論文及び原因調査事例に関する消防庁長官表彰　　平成 23 年度　入選作品の一部より



水難検索棒の試作について

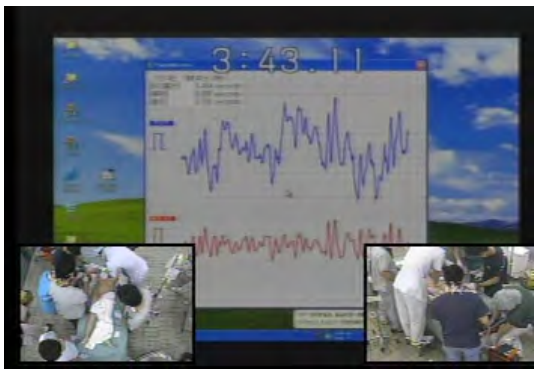


電線延焼現象に対する理論予測法の提案



ポータブルな体幹装着型遠隔超音波診断システムの世界初の具現化に向けた改良と移動体搬送下における診断試験結果の報告

オルタネーターから出火した車両火災について



心肺蘇生中の心電図解析に基づく抽出波形の早期認知システムの開発、および検証

ストレッチャー・スノー・アタッチメント（SSA）の開発

Ⅰ　研究業務

(1) 消防活動の安全確保のための研究開発　3
(2) 危険性物質と危険物施設の安全性向上に関する研究　8
(3) 大規模災害時の消防力強化のための情報技術の研究開発　17
(4) 多様化する火災に対する安全確保に関する研究　22
(5) リチウムイオン電池の危険性評価と安全対策　32
(6) 東日本大震災における防火水槽の減水被害に関する調査結果　35
(7) 津波減衰技術に関する研究　37

Ⅱ　研究発表等

1　所外研究発表状況　*39*
(1) 口頭発表　39
(2) 論文発表　48
(3) 解説　49
(4) 所外報告書　53

2　全国消防技術者会議　*54*

3　消防防災研究講演会　*59*

4　消防防災機器の開発等、消防防災科学論文及び原因調査事例に関する消防庁長官表彰　*62*

5　研究懇話会　*182*

6　調査技術会議　*188*

Ⅲ　関連業務

1　研究交流　*192*
(1) 派遣　192
(2) 受け入れ　194
(3) 共同研究　195

2　所外講師派遣及び所外委員会等参加状況　*198*
(1) 所外講師派遣状況　198
(2) 所外委員会、研究会への参加状況　202
(3) 所外実験・研究等への参加状況　210

3　災害調査等　*211*
(1) 災害調査　211
(2) 鑑定・鑑識　222
(3) その他の技術支援　225

4　産業財産権　*227*
(1) 特許　227

5　視察・見学　*228*
(1) 国内　228
(2) 国外　229

付　録

1　研究体制 *230*

(1)　組織　230
(2)　予算　231
(3)　定員　232
(4)　職員　233
(5)　人事異動　234
(6)　委員会　235

2　施設設備 *237*

(1)　土地、建物の現況　237
(2)　主な研究施設の概要　238
(3)　主な研究設備・機器の整備状況　239
(4)　図書　240

3　年表 *242*

(1)　昭和 23 年度～平成 23 年度略年表　242

4　平成 23 年度刊行物 *245*

(1)　消防研究所報告　245
(2)　その他の刊行物　245

Ⅰ　研 究 業 務

(1)　消防活動の安全確保のための研究開発

研究期間：平成 23 年 4 月～平成 28 年 3 月

技術研究部　地震等災害研究室　　新井場公徳
火災災害調査部　研究企画室　　久保田勝明
火災災害調査部　原因調査室　　若月薫、尾川義雄
地域連携企画担当部長　　天野久徳
消防庁　消防技術政策室　　内藤浩由
技術研究部　大規模火災研究室　　森井統正

1.　目的

東日本大震災では、津波によって浸水した地域で火災や救助事案が生じたが、消防隊員が進入することが極めて困難であったことなどから、そのような地域における消火・救助活動が難航した。また、震災や台風など豪雨に伴うがけ崩れなどの土砂災害地での二次災害のおそれ、省エネ指向に伴う高気密・高断熱建築物の増加により消火活動中に急激な火災の拡大に巻き込まれるおそれ、AED の動作不具合など、消防活動を安全、迅速、着実に実施するために解決すべき課題が存在する。本研究課題では、消防活動の安全性や効率性を阻害する要因を除くための技術的解決策について研究開発し、消防活動における安全性を確保することにより効率的な活動を実現し、一人でも多くの命を救うことを目的として、次の 4 つのサブテーマの研究を行う（図 1-1、表 1-1）。

サブテーマⅠ　消防ヘルメット等の装備及び個人防護技術の研究

急激な火災現象に見舞われた場合であっても必要最低限の安全性を確保するために適切な個人装備品を開発し、適切に運用することを目的として、既に開発済みの消防服に加えて、消防隊員が着用した条件における消防ヘルメット等の防護装備に求める性能を具体的に示すとともに、個人防護技術の研究を行う。

サブテーマⅡ　津波浸水域における消防活動用車両等の研究

津波により浸水しかつガレキが堆積した地域で安全かつ効率的に消防活動を行うことを可能とすることを目的として、現場での活動方針を決定するために必要な情報を得るための無人ヘリ等による偵察技術の開発並びに当該地域に進入して消火や救助、人員収容等の活動が可能な消防用車両等の仕様策定及び要素技術を研究開発する。

サブテーマⅢ　がけ崩れでの活動における二次災害防止機器の研究

土砂崩れによる生き埋め者の救助活動中に更なる土砂崩れが起きる前兆がないか監視するシステムを緊急時対応に活用することを目的として、無人ヘリ等を活用した監視システムを研究開発する。

サブテーマⅣ　AED の不具合の原因調査と対策検討

救急活動において使用中の AED に発生している不具合が疑われるような動作について、その発生要因を調査分析し、対応策について検討する。

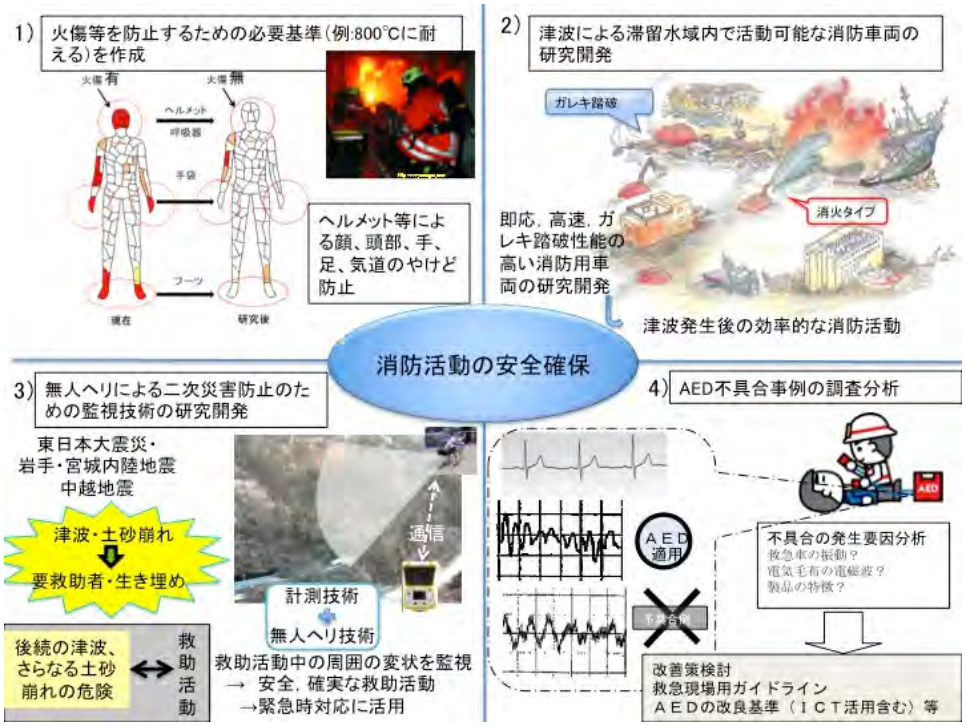


図 1-1　本研究の柱の研究内容のイメージ

表 1-1　本研究の柱の研究の概略

	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度
サブテーマⅠ 消防ヘルメット等の装備及び個人防護技術の研究	・海外におけるヘルメット・手袋・靴の基準の把握 ・国内製品と海外製品の性能比較 ・ヘルメット・手袋・靴の耐熱試験の立案・開発		・素材の検討 ・素材の耐熱、耐久性試験の実施	・試作防護装備単品・組み合わせの耐熱・耐久試験	・消防本部におけるフィールド試験
サブテーマⅡ 津波浸水域における消防活動用車両等の研究	・ガレキの調査 ・無人ヘリ等による探索技術の調査	・ガレキ踏破技術及びガレキ中での活動に必要な技術研究 ・無人ヘリ等による探索技術の試作	・津波ガレキ中での消火、救助、救急搬送・技術の開発 ・無人ヘリ等の試験運用	・開発した技術を車両に実装するための研究 ・無人ヘリ等の試験運用	・模擬実験による検証
サブテーマⅢ がけ崩れでの活動における二次災害防止機器の研究	・計測方法の全体構想の検討 ・無人ヘリの飛行及び姿勢制御性能に関する調査	・無人ヘリの制御精度向上 ・傾斜・位置が変化する条件での地形計測の方法の研究	・ホバリング条件で計測を行うための解析方法の開発	・飛行条件で地形の計測を行う方法の開発 ・計測精度を向上させる測定方法の研究	・精度向上に関する研究及び運用試験
サブテーマⅣ AED の不具合の原因調査と対策検討	・不具合事例の調査	・不具合事例の調査及び解決策の検討			

2.　平成 23 年度の研究計画及び成果

2-I　消防ヘルメット等の装備及び個人防護技術の研究

(1) 海外におけるヘルメット、手袋、靴の基準及び評価方法の調査

現在国内で使用されている消防装備の性能確認を実施する上での参考とするため、各装備において使用される耐熱性試験及び熱衝撃による物性変化測定試験について、海外における規格等（欧州規格（EN）、北米規格（NFPA、ASTM）、国際標準化機構（ISO）、その他中国等の海外規格・地域ガイドライン）を収集した。さらに欧米及びアジアの試験評価機関との情報交換を通じて規格作成のプロセスについて把握した。その結果、各試験規格では、必ずしも防護装備の形状を考慮した基準ではなく素材単体を試験する基準が主であること、防護服よりヘルメット等の防護装備の基準が低くなっていることなどが明らかになった。

(2) ヘルメットを対象とした耐熱試験装置の開発

ヘルメットの耐熱性を評価する試験装置を開発した。この装置は、消防服と同じレベルの耐熱性の評価が可能であり、頭頂部、側頭部などに熱センサーを配置し、ヘルメットが加熱を受けたときに人間の頭の温度がどのくらい上がるのか調べることができる。日本をはじめ欧州・米国のヘルメットの耐熱性試験を開始した。その結果、熱を受けることにより、ヘルメットの外殻のみならず衝撃吸収のために用いられているプラスチック発泡体が損傷することが確認された。

(3) 活動中に装備同士で生じる隙間に起因する熱傷の調査

実際に発生した負傷事故の検証の一部として消防活動時に首・耳近傍で熱傷が発生した条件を調べるため、サーマルマネキン試験装置（ISO 13506）を利用し、火炎暴露試験（火炎・熱防護性）を実施した。防火服と防火帽の着装時における重ね合わせ部において、活動時の動きなどで発生する隙間で皮膚が露わになることが明らかになった。活動の中で、いかに装備全体の耐熱性能を常時担保するかについて、実際の着用状態を再現しながら耐熱性評価を実施する必要があるという課題が明らかになった。

2-II　津波浸水域における消防活動用車両等の研究

(1) 津波ガレキの調査分析及び不整地走行技術に関する調査

東日本大震災における津波ガレキについて調査分析した結果、ガレキの高さは最大で 2m 程度（建物が崩壊せず形が残っている場合を除く）であることがわかった。

また、仙台市消防局、塩釜地区消防事務組合消防本部において、実際に津波浸水域で救助活動を行った消防職員へ活動状況に関して聞き取り調査を行い、「ガレキが水に浮いていて帯状になっていた」「救助には救助ボート（アルミ、ゴム）、ジェットスキー等を使用した」「ゴムボートは破れた」「隊員がガレキで負傷した」等の状況であったことが判明した。同時に、今後求める津波浸水域での消防活動用車両に必要な性能についても聞き、「水上のガレキを乗り越えるもしくは除去啓開する性能」「ガレキにはまっても人力で引っ張り出せるように小さいもの、小回りが利くもの」「メンテナンスが容易なもの」「運搬が容易なもの」等の、活動実態に即した意見を得た。これらの意見を踏まえ開発する消防活動用車両の基本仕様を決定した。

(2) 無人ヘリ等による計測技術に関する調査と消防活動の方針決定に必要な偵察要素の検討

東日本大震災における消防活動に係る聞き取り調査を 10 消防本部に対して行い、画像による災害概要の把握及び要救助者の位置の特定に対する要望を把握した。また、水位の上昇による二次災害があったこと、ガレキの移動により退路をふさがれたこと、道路と通信の不通により

火災の拡大方向がわからなかったこと、ガレキの火災は再燃を繰り返したこと、などの消防活動の安全性が懸念される事態があったことがわかり、これらに対する偵察機能を無人ヘリ等に持たせることとした。

2-III　がけ崩れでの活動における二次災害防止機器の研究

(1) 計測方法の全体構想の検討

無人ヘリの位置と姿勢が変化する条件で地形を遠隔計測するための方法及び位置と姿勢を計測する技術について、現場での運用の容易さと地形計測の精度の確保の観点から検討を行った。その結果、地形計測装置のデータと位置及び姿勢の計測データの同期に課題があることがわかった。

(2) 無人ヘリ等の飛行及び姿勢制御性能に関する調査

無人ヘリに地形計測装置を搭載して飛行実験を行い、地形計測装置が受ける振動及び傾斜を観測し、用いた防振装置での振動特性（加速度振幅 1/5G 程度、加速度の周波数 10Hz 程度、傾斜の周波数 0.5Hz 程度）を把握した。

2-IV　AED の不具合の原因調査と対策検討

広島市消防局において計 22 例の AED 不具合調査を行った。その結果、ある特定の AED が、AED の適用対象か否かの判断が出来なくなる現象が発生しており、初期設定の問題であることが判明した。この対策として、初期設定の変更を行い不具合の発生を防止した。

3. 平成 24 年度の研究計画

3-I　消防ヘルメット等の装備及び個人防護技術の研究

(1) 海外におけるヘルメット、手袋、靴の基準調査・試験所における評価方法の調査実施及び技術的問題点の把握

平成 23 年度に得られた成果を更に深く掘り下げ、海外の消防装備の性能基準として主に用いられている EN 及び NFPA 規格をより詳細に分析し、装備ごとの性能基準・試験規格との関係、性能的整合性の問題等を明らかにする。

(2) ヘルメットを重点とした耐熱性試験装置の開発

日本をはじめ欧州・米国のヘルメットの製品における耐熱性試験を実施し、製品を構成する素材及び完成品の性能を比較する。また、より耐熱性を上げるために今後必要な要素研究を実施する。さらに平成 23 年度に引き続き、海外試験機関との情報交換を実施し、試験規格提案に向けた議論を主導する。

(3) 活動中に装備同士で生じる隙間から起因する熱傷の調査

消防活動時に発生した負傷事故について、公務災害に係る実態調査を実施し、主として熱傷を受けた個所、負傷した際の状況など事故に係る要素を抽出する。

3-II　津波浸水域における消防活動用車両等の研究

(1) 津波ガレキを走破するために必要な条件の検討と津波ガレキ中での消火、救助、救急搬送に必要な要素技術の基礎的研究

平成 23 年度に得られた消防職員の意見を踏まえたプロトタイプ車両（水上も運行可能な既存の不整地走行車を改良したもの）を製作し、津波ガレキ等を想定した走破実験を行い、津波ガレキ等を走破するために必要な条件の検討を行う。また、消火、救助、救急活動に必要な目標スペックを設定し、この目標スペックを達成するプロトタイプ車両の製作を行う。

(2) 無人ヘリ等から取得したデータから、偵察要素を抽出又は推定するための解析方法の検討

画像から無人ヘリ等の位置及び姿勢並びに地形を解析する装置を試作して無人ヘリ等に搭載し、実際の運用に即した時間及び人手で偵察要素を抽出できるかどうか検討する。

3-III　がけ崩れでの活動における二次災害防止機器の研究

(1) 無人ヘリ等の飛行制御及び姿勢制御の向上

無人ヘリの位置及び姿勢の安定性の向上とそれらの計測精度の向上のための技術を開発し、搭載機器を試作する。

(2) 無人ヘリ等の傾斜及び位置が変化する条件における地形計測の方法の研究

無人ヘリの位置及び姿勢に係るデータと地形計測装置のデータを同期する手法を検討して試作し、実験により精度を検証する。

3-IV　AED の不具合の原因調査と対策検討

横浜市消防局で発生した不具合事例の調査を行い、その解決策の検討として、不具合の再現実験を行う。

4.　次年度以降の研究計画

4-I　消防ヘルメット等の装備及び個人防護技術の研究

(1) 軽量・高機能素材の導入に関する検討及び耐熱・耐久性試験の実施

平成 24 年度に実施した耐熱性向上のための要素研究の成果を活用し、国内外で開発され、消防装備に転用可能な軽量・高機能素材の耐熱・耐久性試験を実施する。

(2) 活動中に装備同士で生じる隙間で発生する熱傷を防護するための試験方法の開発

活動中における全体的な装備の耐熱性能を担保することを目的とし、試験評価機関等との議論を実施し、実際の着用状態を再現することを想定した、実現可能な耐熱評価試験方法の立案を行う。

4-II　津波浸水域における消防活動用車両等の研究

(1) 消防車両の開発は、平成 24 年度に製作したプロトタイプを用いて、消防現場において実証実験を行い、津波ガレキ中での消火、救助、救急搬送のために必要な技術の検討を行う。

(2) 試作した偵察装置を用いて実際の運用を想定した実験を行い、装置の改良を行う。

4-III　がけ崩れでの活動における二次災害防止機器の研究

(1) 無人ヘリの位置及び姿勢が変化する中で行う地形計測の精度を向上させる技術の検討を行う。

(2) 無人ヘリをホバリングさせた条件で地形計測を繰り返し行い、変形の有無を検知可能とするための解析方法を開発する。

4-IV　AED の不具合の原因調査と対策検討

平成 24 年度に行った不具合再現実験の結果を踏まえ、その解決策の検討及び解決策の効果に関する検証を実施し、その結果を踏まえ必要に応じてガイドラインの作成を行う。

消防庁救急企画室による AED の不具合事例の収集は、件数が減少したことにより平成 24 年 3 月で終了したことから、本サブテーマは平成 25 年度で終了する予定である。

(2)　危険性物質と危険物施設の安全性向上に関する研究

研究期間：平成 23 年 4 月～平成 28 年 3 月

火災災害調査部　原因調査室　西晴樹
技術研究部　施設等災害研究室　畑山健
技術研究部　危険性物質研究室　岩田雄策
技術研究部　上席研究官　佐宗祐子[*1)]
消防庁　消防技術政策室　廣川幹浩[*2)]、内藤浩由
火災災害調査部長　座間信作

[*1)]平成 23 年 4 月～平成 24 年 3 月
[*2)]平成 24 年 1 月～平成 24 年 3 月

1.　目的

東日本大震災においては、津波による石油タンクの流出、損傷及び危険物流出事故が発生した。中には、津波時に石油タンクから危険物が流出し、石油コンビナート火災に発展した事例もあり、石油タンクの安全性の確保や被災地の復旧・復興における石油類などのエネルギー確保の重要性が改めて認識されたところである。我が国では、南海トラフや首都圏直下などでも大地震の発生が危惧されており、石油タンクの津波・地震動被害の予防・軽減対策は、なお一層その重要性を増している。

一方、震災後の石油類の需要増加、環境保護の観点及び資源の再利用に関する社会的要請に呼応して、再生資源燃料や金属スクラップなどの利用がさらに増加することが予想される。これらの背景のもと、本研究課題では、危険性物質と危険物施設の安全性の向上のために、次の 4 つのサブテーマの研究を行う。

サブテーマⅠ　**石油タンクの津波による損傷メカニズム及び発生防止策の研究**では、巨大な地震に伴う津波による被害への対応を的確に行うために、津波による石油タンクの損傷メカニズムを解明し、現行の消防法令には規定がない津波に対する石油タンクの強度について検討を行い、補強など損傷発生防止策の有効性を確認する。

サブテーマⅡ　**巨大地震による石油コンビナート地域における強震動予測及び石油タンク被害予測の研究**では、我が国観測史上初の M9 クラスの地震である平成 23 年東北地方太平洋沖地震の際に観測された強震動の特性とその強震動が石油タンクに及ぼした影響の分析を行うことなどにより、強震動及び強震動による石油タンクの被害の予測・推定精度の向上を目指した研究を行う。

サブテーマⅢ　**再生資源物質の火災危険性評価方法及び消火技術の開発**では、現状では総合的で適正な危険性評価手法がない再生資源物質に対して、再生資源物質の火災を予防するために、蓄熱発火危険性に関する評価手法を研究する。また、金属スクラップなどの再生資源物質は、消火が困難なものが少なくないため、火災予防対策の研究を行うとともに消火技術の研究を行う。

サブテーマⅣ　**フッ素化合物の使用禁止が泡消火薬剤の消火性能に与える影響評価と対応策に関する研究**では、泡消火薬剤へのフッ素化合

物添加が禁止された場合に、泡消火薬剤の消火性能がどのような影響を被ることとなるかを予測・評価するとともに、その対応策について検討を行う。

2.　平成 23 年度の研究計画及び成果

2-I　石油タンクの津波による損傷メカニズム及び発生防止策の研究

東日本大震災では津波による石油タンクの流出、損傷及び危険物流出事故が発生した。そこで、石油タンクの津波による損傷の発生メカニズムを解明し、発生防止策について検討する。

(1) 津波がタンク本体及び基礎に及ぼす影響の解明

(2) 津波によるタンク本体（浮上、移動、転倒）及び基礎（洗掘、傾斜）の損傷メカニズムの解明（小規模模型タンク（直径 1m）を用いた津波時の挙動実験）

(3) 有限要素法によるタンク本体・基礎の挙動解析のためのプログラム作成

平成 23 年度においては､東日本大震災で発生した津波による石油タンクの流出、損傷事故を調査した。調査結果を、平成 23 年 12 月に“平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震の被害及び消防活動に関する調査報告（第 1 報）､消防研究技術資料第 82 号”として取りまとめ報告を行うとともに、概要について一般の方々に伝えるための発表会を 2 回開催し、報告書及び資料について消防研究センターホームページで公開した。

東日本大震災で被災した都道県に対して行った調査結果によると、石油タンクについては、津波浸水深が 3m 以上となる場合、石油タンクの危険物配管に損傷が生じ、津波浸水深が 5m 以上となる場合、石油タンク本体にも損傷が生じることがわかった。津波浸水深が、3m から 5m までの場合には、緊急遮断弁を設置することで、危険物流出の被害を軽減できる可能性があることがわかった。津波浸水深から石油タンクの移動被害発生のおそれの有無を評価する簡易式（消防庁提案）の信頼性を検証し、当該評価に利用可能であることを示した。

2-II　巨大地震による石油コンビナート地域における強震動予測及び石油タンク被害予測の研究

巨大地震発生時の石油コンビナート地域における強震動の予測は、石油タンク等大規模危険物施設の強震動被害の予防軽減対策を講ずる上での基礎となるものであるが、その精度は必ずしも十分とはいえない。また、平成 23 年東北地方太平洋沖地震による石油タンクの被害の有無については、強震動との関係において十分説明できないものもある。言い換えれば、石油タンクの強震動被害予測を高い確度で行うには、解決すべき課題がある。本研究では、①石油コンビナート地域の強震動をより高い精度できめ細かく予測するための研究、②石油タンクの強震動被害予測をより高い確度で行うための研究を行う（図 2-1）。

平成 23 年度は次の(1)～(4)の課題に取り組む。

(1) 石油コンビナート地域における強震観測

(2) 東北地方太平洋沖地震の際に石油コンビナート地域等で観測された地震動の特徴の分析

(3) 大地震の震源から放射される長周期地震波の特性（コーナー周期）の再分析

(4) 長周期地震動特性と地下構造の関係（地下構造のどの部分が決定的であるか）の検討を目的として、テストサイトとして選んだ石油コンビナート地域における地下構造の予備的調査

平成 23 年度において得られた主な成果は次のとおりである。

平成 23 年東北地方太平洋沖地震の際に石油コンビナート等特別防災区域（特防区域）内の消防研究センター強震観測点及び特防区域周辺の他研究機関強震観測点で記録された強震動の分析を行い、その特徴を、周期 3～15 秒の長周

期帯域と周期 0.1～1 秒の短周期帯域に分けて、次のように整理した。

(1) 周期 3～15 秒の長周期帯域の強震動の特徴（図 2-2）

① 特防区域の中で最も大きな長周期の揺れが観測されたのは酒田であった。新潟西港、新潟東港、東京湾岸の特防区域の長周期の揺れも酒田に準じて大きかった。

② いずれの特防区域内の強震観測点(または特防区域周辺の強震観測点）で観測された長周期の揺れも、平成 15 年十勝沖地震の際の苫小牧市内の製油所（2 基の石油タンクで火災、多くの浮き屋根が沈没するなどの甚大なスロッシング（液面揺動）被害が発生した製油所）で観測された揺れのレベルを超えなかった。

③ 平成 17 年の消防法令の改正の際に、長周期地震動の影響を強く受けるものとして技術基準（危険物告示）で定める「液面揺動の設計水平震度（Kh2)」(危険物告示では、石油タンクがこのレベルの長周期の揺れに見舞われても安全が確保できることを求めている）の引き上げが行われた特防区域において今回観測された長周期の揺れは、各特防区域に対する引き上げ後の Kh2 相当のレベルを超えることはなかった。

④ 新潟東港、新潟西港特防区域では、最大で 2m のスロッシングが石油タンクに生じたが、各タンクで測定したスロッシング高さから、入力地震動の強さを推定した結果、二つの特防区域内は、たかだか 2km 程度の距離しか離れていなくても、周期 10.75 秒付近の地震動強さに 50%程度の違いがあることが推察された。

この結果、次の課題に取り組む必要があることがわかった。

今後、石油コンビナート地域における長周期地震動の予測・推定精度の向上に向けて、M9 クラスの平成 23 年東北地方太平洋沖地震の長周期の揺れが、M8 クラスの平成 15 年十勝沖地震のそれを大きく上回ることがなかったことについて、考察していく必要がある。

石油コンビナート地域内の長周期地震動をきめ細かく予測するために、新潟東港、新潟西港特防区域でみられたような長周期地震動の短距離間空間較差の原因を明らかにする必要がある。

また、東京湾岸の特防区域では 1 基の石油タンクで浮き屋根が沈没するという被害が発生したが、解析の結果、この被害はこれまでに提案されているスロッシング時の浮き屋根の安全性照査の考え方では説明することが難しいことがわかった。石油タンクのスロッシング被害の予測・推定精度の向上に向けて、どのようにしたらこのような被害事例を説明できるかについて、今後検討していく必要がある。

(2) 周期 0.1～1 秒の短周期帯域の強震動の特徴

① 東北地方太平洋沿岸南部と茨城県沿岸の特防区域（仙台から鹿島にかけての特防区域）の周辺の強震観測点での揺れがとりわけ大きかった。

② これらの強震観測点における揺れは､危険物告示で定める「設計水平震度（Kh1)」相当のレベルを上回った。その他の特防区域内の強震観測点（または特防区域周辺の強震観測点）で観測された揺れは Kh1 相当のレベルを上回らなかった。

周辺強震観測点の揺れが Kh1 相当の揺れを上回った特防区域であっても、側板座屈、浮き上がりなど、短周期地震動による石油タンク本体への被害は発生していない。今後、石油タンク本体の短周期地震動による被害の予測・推定精度の向上に向けて、観測された短周期地震動が石油タンク本体に及ぼした影響を評価し、被害が発生しなかったこととの関連を検討していく必要がある。

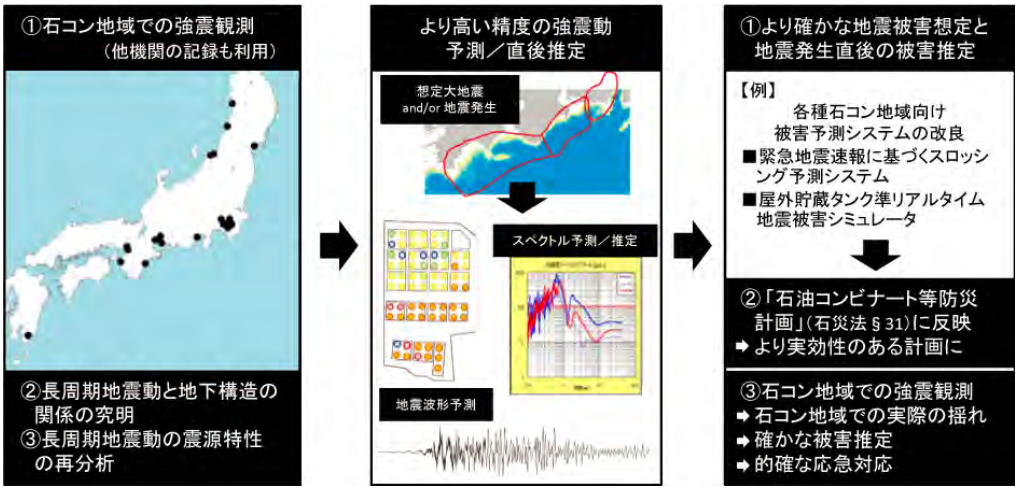


図 2-1　石油コンビナート地域における強震動予測の高精度化

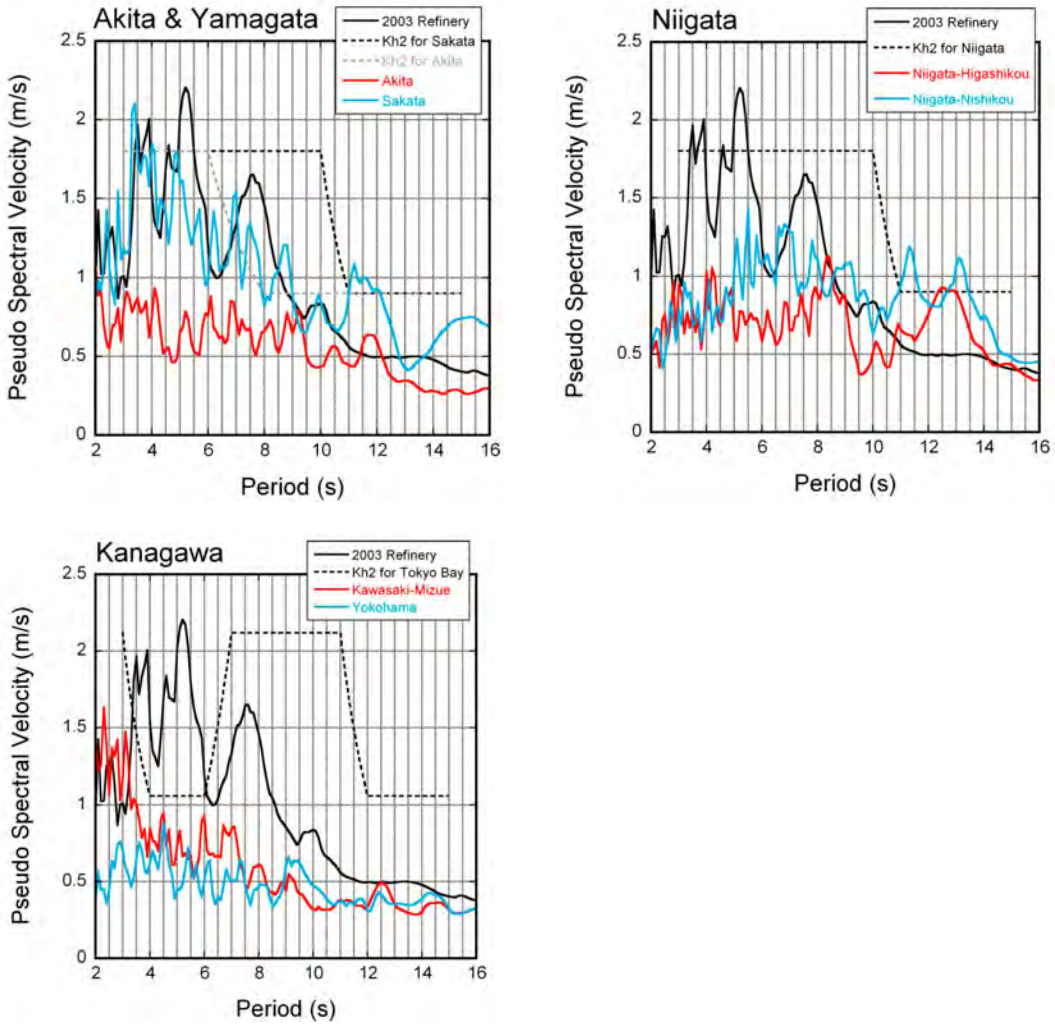


図 2-2　特防区域における本震時の揺れの疑似速度応答スペクトル（減衰 0.5%）

2-III　再生資源物質の火災危険性評価方法及び消火技術の開発（図 2-3）

適正な危険性評価手法がない種々の再生資源物質（図 2-4）について、その火災危険性の評価手法を開発し、火災危険性に関する知見の蓄積を図るものである。平成 23 年度において得られた主な成果は次のとおりである。

(1) 固体系再生資源物質について、双子型高感度熱量計、等温型高感度熱量計及びガス分析を組み合わせた蓄熱発火の危険性評価方法を提案した。

(2) 液体系再生資源物質について、等温型高感度熱量計を用いた蓄熱発火の危険性評価方法を検討し、基礎的資料を得た。

また、消火方法が確立されていない図 2-5 に示すような金属スクラップ等の再生資源物質について、その火災の性状に応じた泡消火剤の消火作用の最適化を研究する等、有効な消火技術を開発する。図 2-6 に水系消火薬剤を用いた金属スクラップ火災の消火のイメージを示す。平成 23 年度において得られた主な成果は次のとおりである。

(3) 消火性能評価装置の開発においては、再生資源物質（木質系、樹脂系、金属系、混合系）を安定に燃焼させ、また、燃焼している再生資源物質へ水系及びガス系の消火剤を均一に散布できる機構を有する装置を開発した。

(4) 消火効果予測プログラムの開発においては、再生資源物質の火災に対する消火剤の性能を総合的に評価するため、消火活動により発生する水蒸気の凝縮過程を数値計算プログラムに組み込みが可能か検討を行った。その結果、水蒸気の凝縮過程は、非線形的な現象であるため、水蒸気凝縮過程をモデリングする必要があることが明らかになり、実現象に近づけるには、更なるプログラムの改良が必要であることがわかった。

震災後のガレキの火災については、蓄熱発火した内部が広範囲でくん焼（無炎燃焼）している場合が多く、消火活動が長期にわたり、鎮火後も白煙が発生し再び火災に発展する場合が多い。このため、平成 23 年度においては仮置場や集積場での保管時に発生した火災を早期に収束させるための、消火活動上の留意点を取りまとめ、関連消防本部等へ連絡した。また、消防研究センターのホームページ http://www.fri.go.jp で公開した。これらの知見を踏まえ、ガレキの火災の予防対策とともに、より迅速な消火を実現するために研究を継続する必要がある。

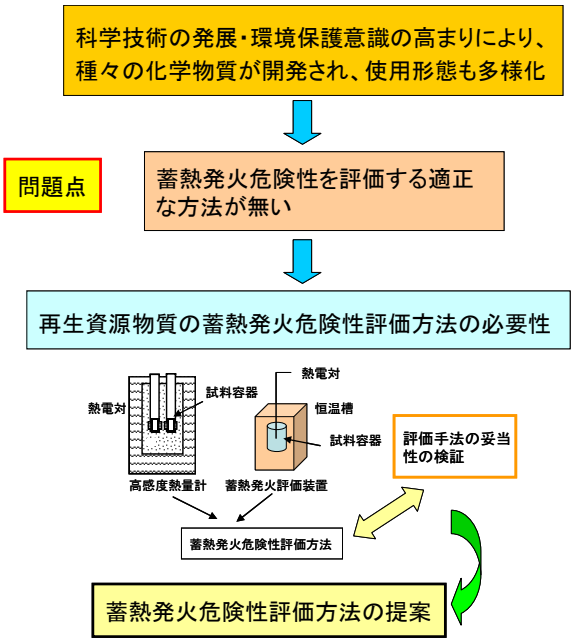


図 2-3　再生資源物質の火災危険性評価方法の開発の概要

図 2-4　再生資源物質の例（左：RPF、右：木材ペレットの幹部）

図 2-5　再生資源物質の消火の例（2009 年 9 月　金属スクラップ火災）

2-IV　フッ素化合物の使用禁止が泡消火薬剤の消火性能に与える影響評価と対応策に関する研究

フッ素化合物が使用禁止された場合の泡消火薬剤の消火性能に与える影響についての評価研究を実施する。図 2-7 に本研究の背景を示す。平成 23 年度は次の(1)～(3)の課題に取り組む。

(1) フッ素フリー泡消火薬剤の試作

(2) 泡性状（起泡性、保水性、流動性）コントロールノズルの試作及び改良

(3) 消火実験時に使用する泡性状のデータベース作成

平成 23 年度においては、石油タンク火災に有効とされる、フッ素化合物含有の 2 種類の泡消火薬剤（粘性付与水成膜泡消火薬剤、フッ素たん白泡消火薬剤）から、フッ素化合物を抜いた泡消火薬剤の試作を行った。試作したフッ素フリー泡消火薬剤を発泡させるための泡性状コントロールノズルの試作も並行して行い、泡の消火性能を評価する時に重要となる、起泡性（発泡倍率）や保水性（還元時間）を制御できるようにノズルの改良を行った。これら試作した泡消火薬剤と泡性状コントロールノズルを使用し、様々な、起泡性（発泡倍率）、保水性（還元時間）の泡を生成させるための条件（泡水溶液量、空気流量、泡性状コントロールノズルの管路抵抗等）を明らかにして、泡性状のデータベースを作成した。これらデータは、フッ素フリー泡消火薬剤の消火性能を適正に評価するために必要（同じ泡消火薬剤、同じ泡供給量でも泡の性状を可変することで消火性能が大きく変化するため）となり、今後実施する泡消火実験で使用する。

	水溶液	低発泡倍率の泡	高発泡倍率の泡
密度	大きい	中くらい	小さい
付着性	付着しない	やや付着しやすい	付着しやすい
消火作用	表面冷却	表面冷却／被覆*	被覆*

＊ 被覆：可燃性ガスの拡散や、対流による酸素供給を阻止する効果

図 2-6　水系消火剤を用いた金属スクラップ火災の消火のイメージ

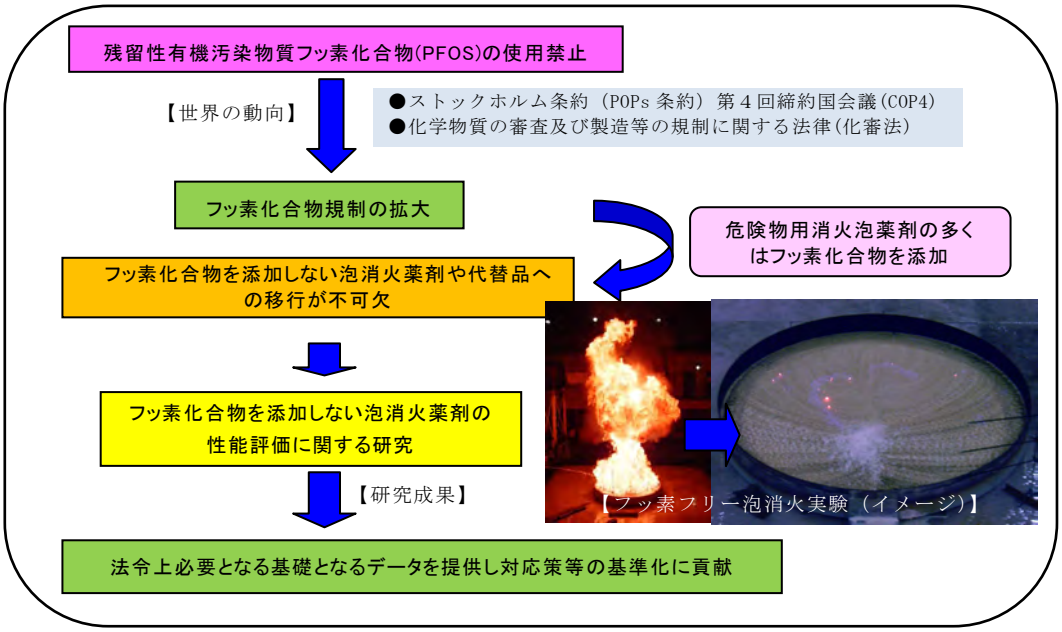


図 2-7　フッ素化合物が使用禁止された場合の泡消火薬剤の消火性能に与える影響評価研究の背景

3.　平成 24 年度の研究計画

主な研究項目は以下のとおりである。

3-I　石油タンクの津波による損傷メカニズム及び発生防止策の研究

(1) 津波がタンク本体及び基礎に及ぼす影響の解明［継続］

(2) 津波時のタンク本体（浮上、移動、転倒）及び基礎（洗掘、傾斜）の損傷メカニズムの解明（小規模模型タンク（直径 1m）を用いた津波時の挙動実験）［継続］

(3) 有限要素法によるタンク本体・基礎の挙動解析のためのプログラム作成［継続］

(4) 津波時におけるタンクの強度・補強策に関する簡易評価式の提案

3-II　巨大地震による石油コンビナート地域における強震動予測及び石油タンク被害予測の研究

(1) 石油コンビナート地域における強震観測［継続］

(2) 短周期地震動と石油タンクの被害に関する研究

① 加速度応答距離減衰式の作成のため、データ収集及び地盤種別分類方法についての予備的検討を行う。

② 地震波形記録がなくても最大地動加速度値、震度等の地震動最大指標から加速度応答（石油タンク本体への影響を見積もるためによく用いられる指標の一つ）を推算できるようにするため、地震動最大指標と加速度応答の関係を整理する。

③ 平成 23 年東北地方太平洋沖地震の際に観測された短周期地震動が石油タンク本体に及ぼした影響を評価し、被害が発生しなかったこととの関連を検討する。

④ バルジング固有周期計算式の精度を検証するため、大型石油タンクのバルジング固有周期を実測する。

(3) 長周期地震動と石油タンクの被害に関する研究

① 大地震の震源から放射される長周期地震波の特性（コーナー周期）の再分析に基づく長周期帯域の加速度スペクトルの半経験的表現式の改定を行う。

② 震源から射出される長周期地震動の予測精

度を検証し、向上させるため、岩盤上等で観測された長周期地震動の再現実験を行うため、データ収集と予備的解析を行う。

③ 長周期地震動の短距離間空間較差の評価のため、観測された長周期地震動特性に短距離間空間較差が見られる特防区域において地下構造調査を行う。

3-III　再生資源物質の火災危険性評価方法及び消火技術の開発

(1) 固体系再生資源物質について、双子型高感度熱量計等を用いた種々の試料に対する蓄熱発火の危険性評価の実施

(2) 液体系再生資源物質について、等温型高感度熱量計等を用いた蓄熱発火の危険性評価手法に関する妥当性の検証

(3) 再生資源物質の蓄熱発火試験装置の検討及び開発

(4) 再生資源物質の火災の消火性能を詳細に評価するための、燃焼時及び消火時の挙動観察や生成ガスの採取や温度計測を可能とする消火性能評価装置の改良

(5) 消火効果予測プログラムの改良

3-IV　フッ素化合物の使用禁止が泡消火薬剤の消火性能に与える影響評価と対応策に関する研究

(1) 泡性状（起泡性、保水性、流動性）コントロールノズルの試作及び改良［継続］

(2) 消火実験時に使用する泡性状のデータベース作成［継続］

(3) 泡性状（起泡性、保水性、流動性）の違いによるフッ素含有及びフッ素非含有泡消火薬剤の消火性能の検討

(4) 燃焼油面中におけるフッ素含有及びフッ素非含有泡の挙動解析

4.　次年度以降の研究計画

4-I　石油タンクの津波による損傷メカニズム及び発生防止策の研究

(1) 津波がタンク本体及び基礎に及ぼす影響の解明［継続］

(2) 津波時のタンク本体及び基礎の損傷メカニズムの解明［継続］

(3) タンク・基礎の損傷防止策及び損傷時の危険物漏洩策の検討

4-II　巨大地震による石油コンビナート地域における強震動予測及び石油タンク被害予測の研究

(1) 石油コンビナート地域における強震観測［継続］

(2) 短周期地震動と石油タンクの被害に関する研究

① 加速度応答距離減衰式の作成のため､データ収集及び地盤種別分類を行う［継続］。

② 平成 23 年東北地方太平洋沖地震の際に観測された短周期地震動が石油タンク本体に及ぼした影響を評価し、被害が発生しなかったこととの関連を検討する［継続］。

(3) 長周期地震動と石油タンクの被害に関する研究

① 震源から射出される長周期地震動の予測精度を検証し、向上させるため、岩盤上等で観測された長周期地震動の再現実験を行う［継続］。

② 岩盤観測点に対する石油タンクサイトの長周期地震動の増幅特性の評価に関する手法の予備的検討を行う。

③ 長周期地震動の短距離間空間較差の評価のためのシミュレーション技術を検討する。

4-III　再生資源物質の火災危険性評価方法及び消火技術の開発

(1) 熱量計を用いた液体系再生資源物質の蓄熱発火危険性評価方法の提案

(2) 種々の固体系及び液体系再生資源物質について、熱量計を用いた危険性評価手法による危険性評価の実施

(3) 再生資源物質の蓄熱発火試験装置の開発

(4) 熱量計等を用いた体系的な蓄熱発火危険性評価方法の提案

(5) 再生資源物質消火時の再燃危険性評価

4-IV　フッ素化合物の使用禁止が泡消火薬剤の消火性能に与える影響評価と対応策に関する研究

(1) 規模効果評価時の泡性状（起泡性、保水性、流動性）コントロールノズルの試作及び改良

(2) 規模効果評価時の消火実験で使用する泡性状のデータベース作成

(3) フッ素含有泡消火薬剤の規模効果の検討

(4) フッ素非含有泡消火薬剤の規模効果の検討

(5) フッ素非含有泡の消火予測及び影響評価

(3)　大規模災害時の消防力強化のための情報技術の研究開発

研究期間：平成 23 年 4 月～平成 28 年 3 月

技術研究部　地震等災害研究室　細川直史、新井場公徳、高梨健一
技術研究部　上席研究官　河関大祐
技術研究部　施設等災害研究室　畑山健
火災災害調査部長　座間信作

1.　目的

東北地方太平洋沖地震は、我が国観測史上最大の規模であり、想定を超える大津波を伴い多くの被害をもたらした。本研究では、消防及び市町村の職員がこのような未経験かつ未曾有の大規模災害に直面することとなった場合でも、適切な意思決定とそれに基づく迅速・的確な応急対応を可能とすることを目指し、対応力の向上支援のための情報提供手段に関する研究開発を行う（図 3-1）。

まず、①大規模地震や大津波発生時の対応状況の現地調査に基づく、意思決定・判断支援要件の分析・整理を行い、災害対応の時系列となる電子防災マニュアル構築の基礎データを構築する。②地震や津波による被害を発災直後に予測・把握する広域被害シミュレーションシステムの開発を行い、このシステムによる被害予測と再現・可視化機能と電子防災マニュアルに基づく、③意思決定・判断支援機能を持つ模擬訓練技術を開発する。さらに、④これらのシステム・技術による効果的な応急対応と模擬訓練を可能とするために、システム操作や情報の入力を簡単に行うことができるユーザインターフェース機器を開発し、システムの機能向上と有効活用をはかる。本研究課題では、以上のことを踏まえ、大規模自然災害時の消防力を支援・強化することを最終的な目的として、次の 3 つのサブテーマの研究を行う。

サブテーマⅠ　**広域版地震被害想定システムの研究開発**では、巨大地震が発生した場合に、緊急消防援助隊の派遣指示などの意志決定を支援することを目的として、図 3-2 に示すような被害規模や被災分布を予測・提示することが可能な地震・津波被害予測システムを開発する。

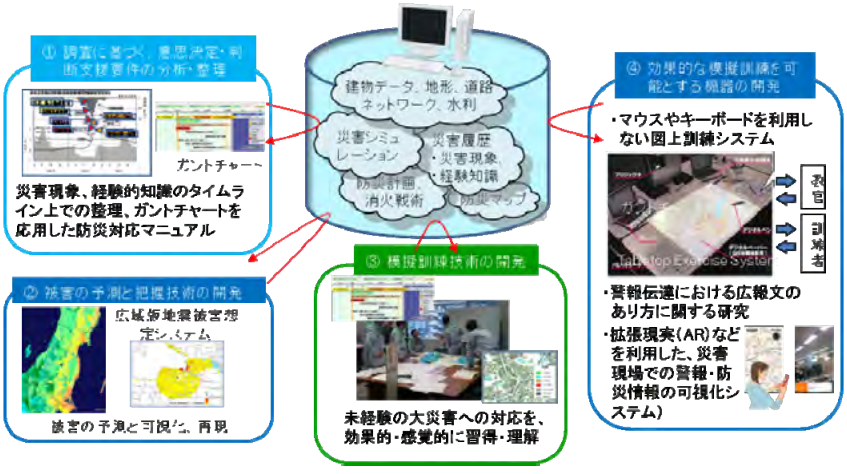


図 3-1　全体構想

サブテーマⅡ　**水害時の応急対応支援システムの開発**では、大規模水害時において災害対策本部の要員が行うべき避難勧告発出などの意思決定が適切なタイミングでなされることを目的として、図 3-3 に示すような水害対応の意思決定を支援することが可能なシステムを開発する。

サブテーマⅢ　**同時多発火災への対応を訓練するためのシミュレーターの開発**では、震災後の同時多発火災への対応力強化を目的として、図 3-4 に示すような部隊運用や消火戦術の検討とそれらの訓練が可能なシステムの研究開発を行う。

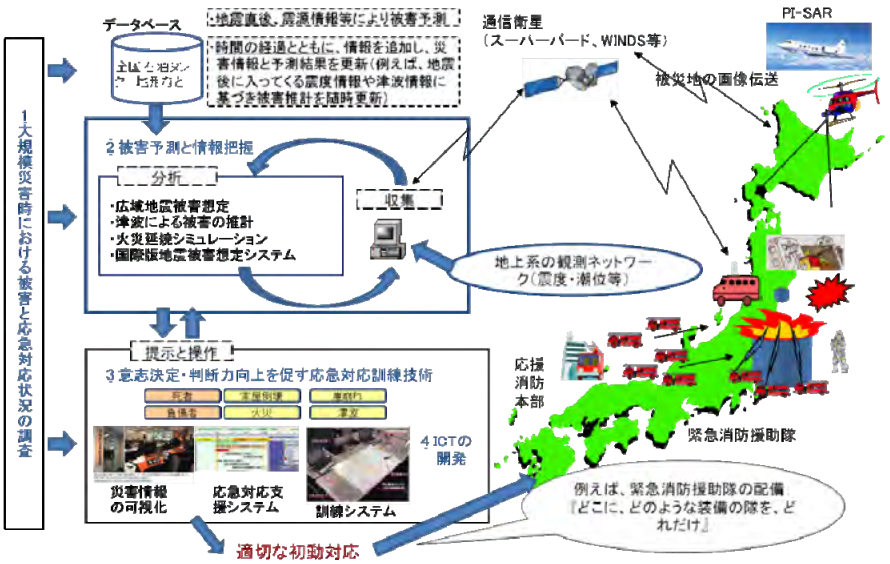


図 3-2　広域版地震被害想定システムの概要

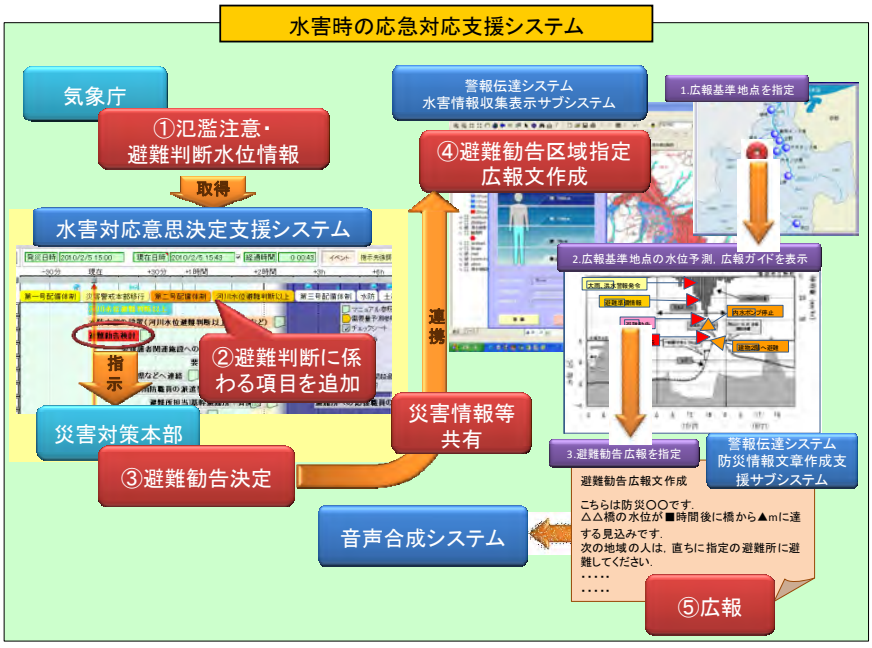


図 3-3　水害時の応急対応支援システムの概要

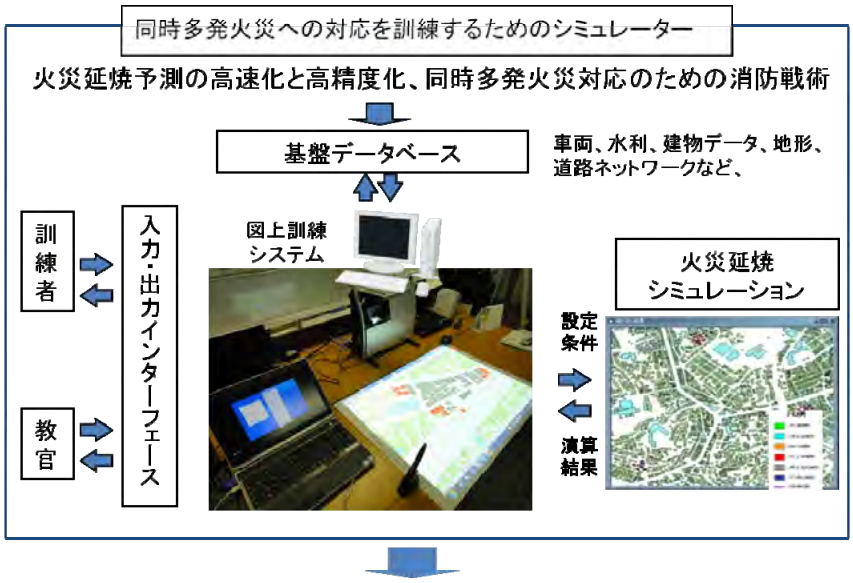


図 3-4　同時多発火災対応訓練シミュレーターの概要

2.　平成 23 年度の研究計画及び成果

2-I　広域版地震被害想定システムの研究開発

(1) 巨大地震発生時の被害推定を震度情報に基づいて行うことがどの程度可能であるかという観点から、2011 年東北地方太平洋沖地震の際の震度情報の収集状況を整理した。津波浸水地域など一部については情報収集の遅れや漏れがあったが、その他の地域については数分～約 2 時間程度で震度情報の取得ができていたことがわかった。

(2) 気象庁以外の震源情報の活用方法の一つとして、米国地質調査所（USGS）が発表する震源情報を基に、日本を含む全世界の地震被害が推定可能な国際版地震被害想定システムを開発し、試験運用を開始した。

2-II　水害時の応急対応支援システムの開発

(1) 既開発の地震時応急対応支援システムを踏まえて構築してきている水害対応意思決定支援システムの更なる機能強化として、警報伝達サブシステムが取得する情報を共有する機能等を追加した。さらに、平成 16 年に大水害のあった兵庫県豊岡市の防災計画や対応マニュアル、 当該水害時の対応時系列情報を、水害対応意思決定支援システム用にシナリオとして一部データ化してシステムの動作を調べた結果、大雨警報を外部トリガーとして非常配備、災害警戒本部設置、交通規制など複数業務の遂行を促すチェックシートウィンドウを表示させる機能など、設計どおりに動作することを確認した。

(2) 積極的な避難行動に結びつくことを目指した警報伝達サブシステムの開発では、防災広報文生成システム及び緊迫感のある音声合成システムと水害対応意思決定支援システムとの連携について検討するとともに、聞き取りやすい発声を警報伝達サブシステムに組み込み可能な音声合成ソフトウエアを評価した。また、河川水位・時間雨量・気象警報や避難勧告・指示等の実施に係る広報種別・タイミング・内容等の情報を水害対応意思決定支援システムと共有する機能等を警報伝達サブシステムに追加した。

2-III　同時多発火災への対応を訓練するためのシミュレーターの開発

(1) デジタルペンで火災延焼シミュレーションを操作することのできるユーザインターフェース機器を開発することなどにより、効果的な図上訓練を可能とする同時多発火災対

応訓練シミュレーターの試作版を作成した。

3.　平成 24 年度の研究計画

3-I　広域版地震被害想定システムの研究開発

(1) 震源、震度、津波等の情報をこれらの提供機関からオンラインで取得し、データベース化が可能なサーバを構築する。

(2) 国際版被害想定システムの地形データの更新、操作インターフェースなどの改良と試験運用を実施する。

(3) 簡易型津波被害予測手法を検討する。

3-II　水害時の応急対応支援システムの開発

(1) 平成 23 年と平成 16 年に新潟県三条市と兵庫県豊岡市においてそれぞれ発生した水害の対応状況調査資料に基づき、水害対応意思決定支援システムの検証と改良を行う。

(2) 洪水時の防災広報文章に関するアンケート調査を行う。

(3) アンケート調査結果等の検討に基づき、防災情報文章作成支援サブシステムの高度化を行う。

(4) 緊迫感のある広報のための音声合成システムの発声制御方法の検討並びにシステムの試作を行う。

3-III　同時多発火災への対応を訓練するためのシミュレーターの開発

(1) 東日本大震災における火災の出火状況の調査を行う。

(2) 横浜市消防局との震災初動期の消防力評価に関する共同研究を実施する。

(3) 同時多発火災対応訓練シミュレーターの要素機能の開発を行う。

(4) 火災延焼シミュレーションプログラムの利用促進を行う。

4.　次年度以降の研究計画

4-I　広域版地震被害想定システムの研究開発

(1) 簡易型地震被害想定システム（国内版）の WEB 環境版の開発と、想定結果の詳細メッシュ化を実施する。

(2) 広域版被害想定システムとしての国際版と国内版の統合運用について検討する。

(3) 簡易型の津波被害予測手法の検証と実装を行う。

(4) 広域版被害想定システムのプロトタイプ開発と試験運用を行う。

(5) 簡易型津波被害予測機能を取り込んだ広域版被害想定システムを開発し、試験運用と改良を実施する。

4-II　水害時の応急対応支援システムの開発

(1) 水害時応急対応支援システムの水害事例に基づく検証と改良を行う。

4-III　同時多発火災への対応を訓練するためのシミュレーターの開発

(1) 横浜市消防局との震災初動期の消防力評価に関する共同研究を実施し、その成果のとりまとめを行う。

(2) 同時多発火災対応訓練シミュレーターの開発と改良を行う。

(3) 火災延焼シミュレーションプログラムの利用促進を行う。

(4) 震災初動時の消防力評価システムの開発を行う。

表 3-1　5 か年の研究計画

	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度
サブテーマ I　広域版地震被害想定システムの研究開発	(1) 東日本大震災における震度情報の集約状況の調査と、M9 クラスの地震被害想定を実施するため	(1) 震源、震度、津波等の情報をこれらの提供機関からオンラインで取得し、データベース化可能な	(1) 簡易型地震被害想定システム（国内版）の WEB 環境版の開発と想定結果の詳細メッシュ化	(1) 広域版被害想定システムのプロトタイプ開発と試験運用 (2) 簡易型津波被害予測手法	(1) 簡易型津波被害予測機能を取り込んだ広域版被害想定システムの開発、及び試験運用と改良

	の仕様検討 (2) 国際版地震被害想定システムの開発と試験運用の開始	サーバの構築 (2) 国際版被害想定システムの地形データの更新、操作インターフェースの改良と試験運用の実施 (3) 簡易型津波被害予測手法の検討	(2) 広域版被害想定システムとしての国際版と国内版の統合運用の検討 (3) 簡易型の津波被害予測手法の検証	の実装	
サブテーマⅡ 水害時の応急対応支援システムの開発	(1) 警報伝達サブシステムと水害対応意思決定支援システムの機能強化とそれらの連携機能の開発 (2) 防災広報文の生成手法の開発 (3) 緊迫感のある音声合成手法の検討 (4) 土砂災害対応機能の検討	(1) 水害の対応状況調査結果に基づく、水害対応意思決定支援システムの検証と改良 (2) 洪水時の防災広報文章に関するアンケート調査 (3) アンケート調査結果等の検討に基づく、防災情報文章作成支援サブシステムの高度化 (4) 緊迫感のある広報のための音声合成システムの発声制御方法の検討並びにシステムの試作	(1) 水害時の応急対応支援システムの水害事例に基づく検証と改良	(1) 水害時の応急対応支援システムの普及と、水害事例に基づく検証と改良	(1) 水害時の応急対応支援システムの普及と、水害事例に基づく検証と改良
サブテーマⅢ 同時多発火災への対応を訓練するためのシミュレーターの開発	(1) 東日本大震災における火災の出火状況の調査 (2) 操作用のユーザインターフェースの開発 (3) 火災延焼シミュレーションプログラムの DLL 化の実施	(1) 東日本大震災における火災の出火状況の調査 (2) 横浜市消防局との震災初動期の消防力評価に関する共同研究 (3) 同時多発火災対応訓練シミュレーターの要素機能の開発 (4) 火災延焼シミュレーションプログラムの利用促進	(1) 横浜市消防局との震災初動期の消防力評価に関する共同研究とその成果のとりまとめ (2) 同時多発火災対応訓練シミュレーターの要素機能の開発 (3) 火災延焼シミュレーションプログラムの利用促進	(1) 震災初動時の消防力評価システムの開発 (2) 同時多発火災対応訓練シミュレーターの開発 (3) 火災延焼シミュレーションプログラムの利用促進	(1) 震災初動時の消防力評価システムの開発 (2) 同時多発火災対応訓練シミュレーター改良 (3) 火災延焼シミュレーションプログラムの利用促進

(4)　多様化する火災に対する安全確保に関する研究

研究期間：平成 23 年 4 月～平成 28 年 3 月

技術研究部　大規模火災研究室	田村裕之、松島早苗、鈴木恵子、阿部伸之 森井統正、推名知明[*1)]、小野美沙登[*2)]
消防庁　消防技術政策室	篠原雅彦
技術研究部　上席研究官	河関大祐
技術研究部　地震等災害研究室	細川直史
技術研究部　特殊災害研究室	塚目孝裕[*1)]、鈴木健
火災災害調査部　原因調査室	尾川義雄、若月薫

[*1)]平成 24 年 4 月～

[*2)]平成 23 年 4 月～平成 24 年 3 月

1.　目的

東日本大震災では、地震直後や津波被害を受けた後に多くの火災が発生した。これらの火災には、津波に流された車両や建物からの出火など多様な状況が見られ、中には広域の市街地火災となった地域もある。また、被災地の復興や電力不足対応などで、再生可能エネルギー発電技術を活用する動きも見られる。これら課題に対応した防火安全対策が急務である。また、グループホーム、小規模雑居ビル等の建物での火災が多様化し、人的被害も大きいことから、消火活動を支援する知見の蓄積と技術・手法の確立、実効性のある警報伝達技術の確立により、国民及び消防隊員の安全確保を実現する。

これらの目的を達成するために、ここでは次に示すⅠ～Ⅴのサブテーマに着目し研究を進める。

サブテーマⅠ　**東日本大震災における火災分析と防火対策**では、次のような目的で研究を行う。研究概要を図 4-1 に示す。

東日本大震災における地震・津波火災では、実態がよくわからないものがある。例えば、津波で浸水した自動車から出火する事例が多数あったが、その出火メカニズムは明らかでない。今後の地震・津波火災の防止や、延焼・拡大を抑制するための技術的方策を見出すため、発生原因や延焼要因を究明する研究を行う。

また、震災の影響もあり、太陽光など再生可能エネルギーを利用した家庭内発電装置やメガソーラーなどの発電所の数が増加している。しかしながら、太陽光発電装置が設置された住宅の火災において、消火活動中に隊員が感電するという事例が報告されている。そこで、再生可能エネルギー関連設備・装置の火災予防上の安全な使用方法と、設備・装置が設置されている火災現場での活動基準を作成する。

サブテーマⅡ　**火災の実態把握と課題抽出**では、次のような目的で研究を行う。研究概要を図 4-2 に示す。

社会が急速に変化する中で、法令上想定されていない業態や新しい用途、環境、物質、人的及び社会的要因等に関連する火災が発生している。これらの多様化する火災に対応するための研究は、これまでとは異なる火災の実態を把握し、適切な火災モデルを基に実験や研究を進め、場合によっては新しく研究テーマを設定し、火

災全体を対象とし刻々と変化する火災実態とのフィードバックを繰り返していく必要がある。社会的要因を考慮して多様化する火災の実態を分析し、他のサブテーマへの情報提供とフィードバックを行い、テーマ全体としてより実態に即した有効な研究成果の実現を目的として行う。

サブテーマⅢ　**火災の促進要因と燃焼性状の実験と数値計算による分析**では、次のような目的で研究を行う。研究概要を図 4-3 に示す。

近年の小規模建物や気密・断熱性を高めたエコ住宅では、火災に伴って大量に発生する可燃性ガスがフラッシュオーバーや突然のバックドラフトを生じさせ、住民に加え、消火活動にあたる消防隊員が危険にさらされる可能性がある。一方、火災感知や消火、避難、消火活動等を考えた時、燃焼性状や燃焼中・消火中の危険性を把握することは、社会の多様化に伴う火災時の安全な避難や効果的な消防活動に対して必須の課題である。寝具等の低反発素材、炭素繊維や金属混合プラスチック、建物内外の断熱材（サンドイッチパネル等）など、普及拡大が予想されるが、火災時の燃焼性状が不明である。ここでは、様々な可燃物の燃焼・消火に伴う生成物及び燃焼に伴う諸現象を把握する。

大規模市街地火災、林野火災、石油基地火災などでは､「火災旋風」と呼ばれる竜巻状の渦が発生して、多くの人的・物的被害が引き起こされることがある。これまで行ってきた研究により、火炎に対して一様な横風をあてるというシンプルな状況であっても、火炎の風下には再現性よく旋風が発生し、その旋風の発生形態は数種類ありそうなことがわかり、さらにそれらの発生メカニズム、構造も徐々に明らかになってきた。本研究では、旋風に対する防災対策の立案に資するため､横風の風速､火災の燃焼性状、火災域の形状などが旋風の発生に及ぼす影響についてさらに広範囲に調べ、旋風の発生条件、発生メカニズムを解明する。また、無風下で発生する火災旋風の発生条件についても解明する。

サブテーマⅣ　**生活に密着した建物等での警報伝達手段に関する研究**では、次のような目的で研究を行う。研究概要を図 4-4 に示す。

別室で火災が発生した場合に警報音が聞こえなかったなど住警器の音による警報伝達の限界に関して、建物の特性や警報の受け手側の特性に適した警報伝達手段を容易に用いることを可能とするための技術について、自動火災報知設備も包括して検討を行い、安価できめ細かい警報が行える技術を目指す。さらに、火災警報の範囲を火災建物内から周辺建物に拡大し、小規模な飲食店やアーケード街の小規模店舗等の火災リスクの高い建物で効果的に住宅用火災警報器を導入するための技術的要件の検討や、確実な 119 番通報や避難支援の助けとなる近隣建物への警報伝達の手法を検討し、実効性の高い警報伝達手法を確立する。

サブテーマⅤ　**消火活動のための火災現場情報把握技術に関する研究**では、次のような目的で研究を行う。研究概要を図 4-5 に示す。

火災がいったん鎮火した後の再燃火災は、二次的な被害の拡大を生じるだけでなく、市民の消防に対する信頼に関わる。しかし、再燃火災を完全に防止する手法は開発されていない。そこで、再燃火災防止のために、鎮火後の火災現場の状況をどのようにして定量的に記録するかについて検討する。鎮火後の温度状況を記録するために、赤外線カメラを利用し、鎮火後の火災現場の温度場を記録する手法を実験により検討し、定量的に現場の温度管理が行える手法を開発する。

平成 26 年度以降に次の研究を行う。消火活動における消防隊員の受傷事故の発生要因の一つとして、濃煙等により火災現場の環境や状況を目視で確認できないことがあげられる。しかし、濃煙を通して火点を探索したり、建物内の什器等の配置を把握する方法は確立されていない。赤外線カメラによる温度場情報や遠隔距離測定技術による 3 次元空間情報を取得し、それらを

可視化することで、消防隊員の安全な消火活動に必要な空間情報を把握する手法を開発する。

表 4-1 に各サブテーマの年度計画を示す。

図 4-1　東日本大震災における火災分析と防火対策の概要

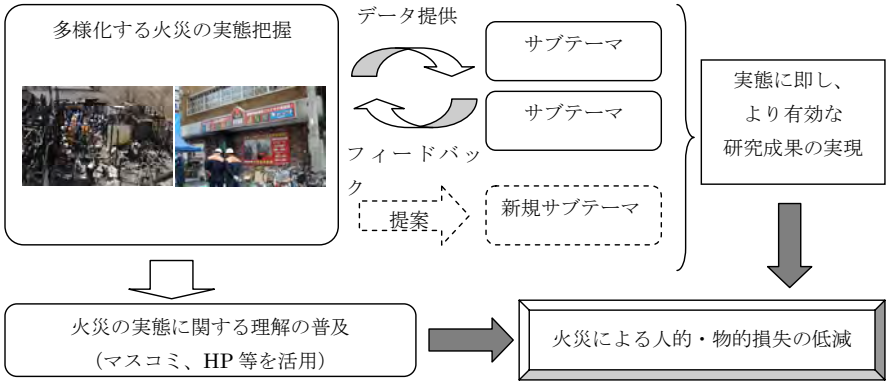


図 4-2　火災の実態把握と課題抽出の概要

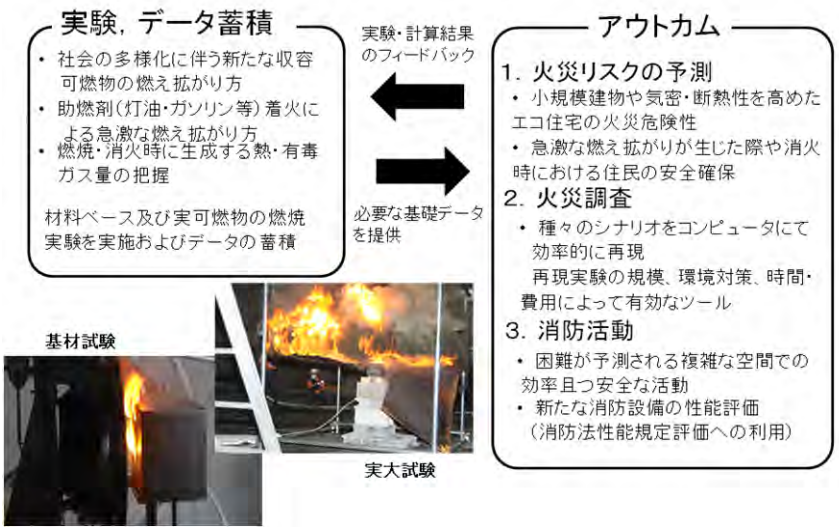


図 4-3　火災の促進要因と燃焼性状の実験と数値計算による分析の概要

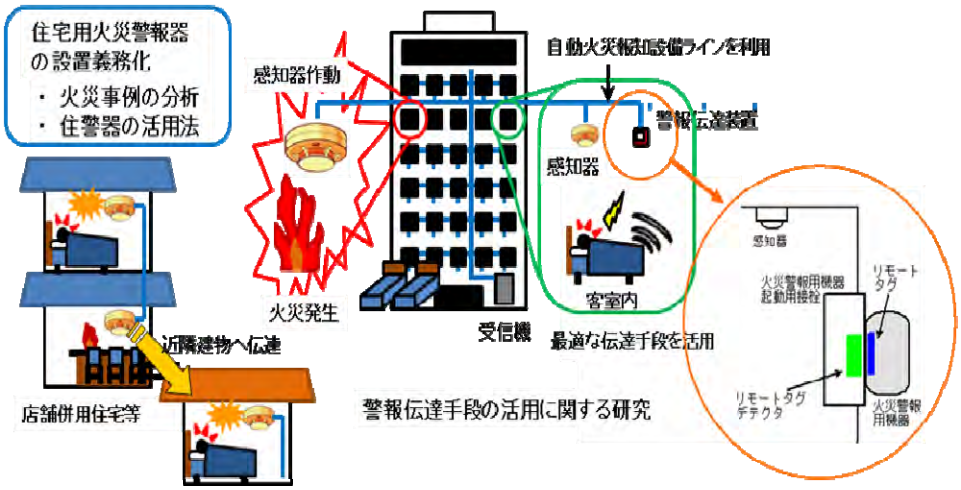
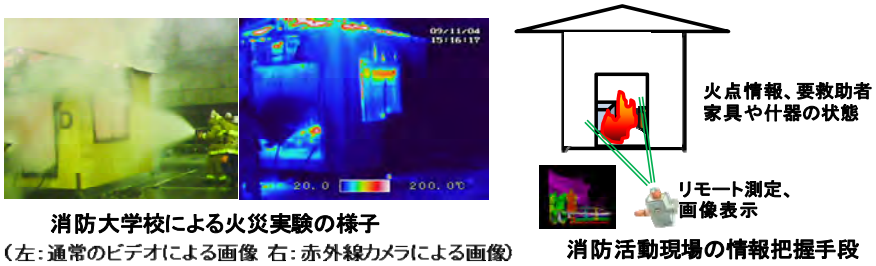


図 4-4　警報伝達手段の活用に関する研究の概要

鎮火後の定量的な温度管理



消防大学校による火災実験の様子
（左：通常のビデオによる画像 右：赤外線カメラによる画像）

消防活動現場の情報把握手段

図 4-5　火災現場情報把握技術に関する研究の概要

表 4-1　各サブテーマの年度計画

項目＼年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
(1)東日本大震災における火災分析と防火対策	・震災関連火災情報の収集のための準備 ・火災目撃情報の収集 ・再生可能エネルギー活用に関する情報収集	・火災情報収集のための調査票の配布と回収 ・自動車火災の出火原因検討の基礎実験の実施 ・太陽電池モジュールの火災危険性と活動困難性の把握	・火災情報の分析、まとめ ・自動車火災の出火原因検討についてのまとめ ・太陽電池モジュールの発電特性と火災時活動安全に資するガイドラインの作成	平成２５年度で終わらなかった場合 ・火災情報の分析、火災原因の検証 ・太陽電池パネル種類による個別の発電特性、燃焼生成物等の把握	
(2) 火災の実態把握と課題抽出	社会的背景を考慮した居住環境における火災の実態把握		社会的背景を考慮した雑居ビル火災の実態把握		社会的背景を考慮した多様化する火災の実態把握と公表
(3) 火災の促進要因と燃焼性状の実験と数値計算による分析	新たな可燃物の燃焼データや種々の環境条件における可燃物の燃焼データの獲得・蓄積	新たな可燃物や種々の環境条件が要因となるリスク予測	燃焼条件を考慮した小規模実験による燃焼データの把握・蓄積	燃焼条件を考慮した小規模実験による燃焼データの把握・蓄積と計算機による現象予測技術の向上	実火災における燃焼現象と適切な消防活動に資する技術提供
(4) 生活に密着した建物等での警報伝達手段に関する研究	警報伝達に利用可能な通信技術の絞り込み	警報伝達に利用可能な要素技術の検証	実効性の高い警報伝達装置の試作	試作警報伝達装置の評価	警報伝達装置の実用化に向けた改良
(5) 消火活動のための火災現場情報把握技術に関する開発	火災現場の温度等情報獲得手法の絞り込み	火災現場の温度場計測手法の検証	火災現場の温度場計測手法の確立	火災現場情報を把握するための技術・手法の検証	火災現場情報を把握するための技術・手法の確立

2.　平成 23 年度の研究計画及び成果

2-I　東日本大震災における火災分析と防火対策

(1) 東日本大震災において発生した火災の発生原因や延焼要因の究明

被災地において発生したすべての火災情報を収集し、出火原因、被害程度等の情報を得るために被災地域の現場調査を行うとともに消防本部や住民への聞き取り調査を実施した。

① 気仙沼市の海上火災

東北地方太平洋沖地震が発生した夜、陸上自衛隊東北方面隊が気仙沼上空から撮影した火災の映像がテレビで放映された。映像は一面の大火災を映し出してはいたが、夜のため、燃えているのが町なのか山なのかまったくわからなかった。どこが燃えているにしろ、火炎を上げて燃え盛っている所が一様に広がっているように見え、仮に同時多発火災だとしても、火災の空間密度が高すぎるように思えた。一方、気仙沼湾に面した気仙沼市朝日町に設置されていた屋外タンク 22 基が津波で流された。これらの屋外タンクの中には重油、軽油、灯油、ガソリンが入っていた。この空撮映像に映った火災は気仙沼のどこだったのか、何が燃えていたのか、なぜ密集した火災が広範囲に広がったような燃え方をしていたのか、この火災と流されたタンクから流出した油とは関係があったのか、を知ることを目的として現地調査と分析を行った。

その結果、上記空撮映像の中央部に写った大規模な火災は、気仙沼の海上であることがわかった。この海上火災について、この空撮映像と地上から撮影された映像、写真、証言、気仙沼

湾周辺の地上に落ちていた材木の焼け方から、気仙沼湾では固体が海上で燃えながら移動して広がった可能性が高いことを示した。さらに、証言と、気仙沼湾周辺の地面に落ちていた複数の焼けた木片には油分が含まれていたという分析結果（図 4-6）から、海上を燃えながら移動した固体には油が付着していた可能性があることを示した。固体が海上で燃えながら移動して広がったとすれば、その様子は、燃焼媒体そのものが火の粉以外に大きく移動することのない市街地火災や林野火災の燃え拡がりの様子とは異なり、火炎を上げている場所が高密度にしかも広範囲に広がっているように見えることも可能に思える。油そのものが海面で燃えていたという証言はあったが、物的証拠は見つけられなかった。タンクから流出した油がこの火災に及ぼした影響については、本研究ではわからなかった。

図 4-6　気仙沼湾周辺の陸上で採取した木片等の油分の分析結果：地面に落ちた焼けた木片、焼けた建物の壁の一部、樹木の枝などを採取した。A2、A3 は火災のあった建物の壁である。A10、A11 以外の固体の採取物は明らかに焼けていた。

（©2011 Google-地図データ ©2011 ZENRIN）

② 気仙沼市で発生した火災旋風

東北地方太平洋沖地震で津波の被害を受けた気仙沼市「内の脇町」では、3 月 14 日夜に市街地火災が発生し、翌 15 日未明に、竜巻状の火柱である「火災旋風」が目撃された。市街地火災で発生する大規模な火災旋風は観測事例が少ないため、火災旋風の現象解明、ひいては今後の市街地火災の対策を立てる上でも、できる限り詳細に事実を明らかにする必要がある。そのため、この火災旋風の性状、発生時の状況を明らかにすることを目的として、現地調査、聞き取り調査を行い、この火災旋風の発生時の状況と性状について明らかにした。

その結果、火災旋風の高さは、少なくとも約 70m 以上で、約 230m あるいは約 230m 未満、直径は約 55m あるいは約 130m と推定された。値のばらつきは、証言間のばらつきによるものである。この直径は火災範囲の 1~2 街区の幅に相当する（図 4-7）。家屋がそれほど密集せず、道路幅もそれほど狭くないこの地区で延焼火災が発生した要因としては、津波によって家屋間、道路、空き地、公園にまで多くのガレキが流れ着いていたため、ガレキを通じて延焼しやすかったこと、火災は津波後 3 日経ってから発生しており、しかも、火災前日の朝から気温が急上昇し、相対湿度が低くなり、ガレキ、家屋は延焼しやすい状態であったことが挙げられる。

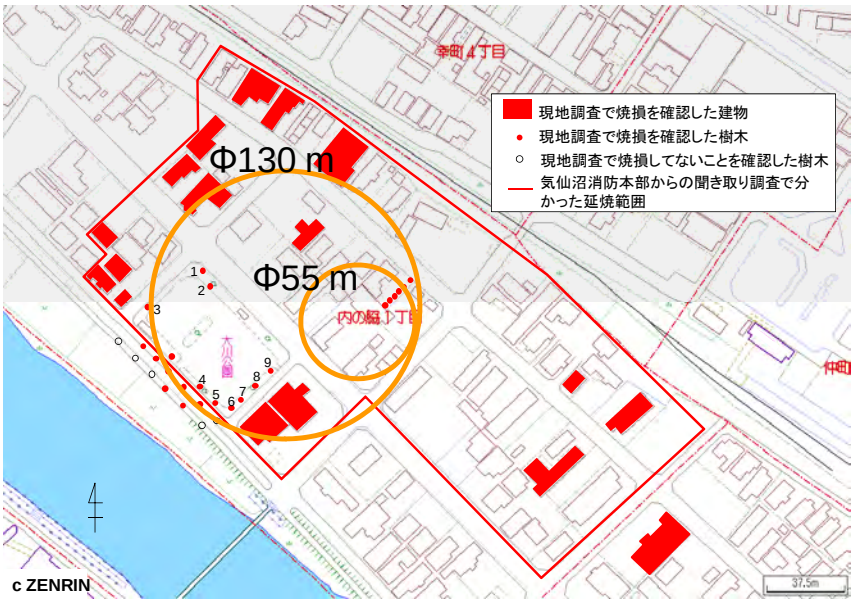


図 4-7　気仙沼市「内の脇 1 丁目」で発生した火災旋風の推定された直径：この図は、火災旋風の推定直径 55m、130m が、それぞれ 1 街区、2 街区の幅に相当することがわかりやすい位置に火災旋風の直径を表す円を配置したものであり、火災旋風がこの延焼範囲内のどこで発生したかは不明である。

③ 津波による自動車火災の出火原因について

津波で水没した自動車の火災の出火原因のひとつと考えられるバッテリーの通電部分からの出火可能性を検証するために、人工海水を用いて、銅や真鍮の電極でどのくらいの電流が流れるかの確認を行った結果、5×5cm の電極板で電流値が 2～7A であった。この電流では発火に至るケーブルの加熱は起こらないことが確認できた。

(2) 再生可能エネルギー関連設備・装置の火災危険性把握

再生可能エネルギーのひとつである太陽光による発電装置における、火炎曝露等による出力電圧の特性や太陽電池モジュールの燃焼性状について確認するための実験を行った結果、炎により装置が発電するという現象が生ずることや、太陽電池モジュールの構造によっては燃焼するものがあることがわかった。また、電池モジュールの多層構成を顕微鏡観察により確認し、各層について赤外分光光度計、熱分解ガスクロマトグラフにより材質を確認した結果、モジュールの種類により構成部材が違うこと、燃焼する素材が含まれることがわかった。

2-II　火災の実態把握と課題抽出

(1) 分析環境の整備

統計分析を行うためのデータを収集し分析環境の整備を行った。

(2) 火災の実態把握と課題抽出

初年度として網羅的な集計分析を行い、詳細な分析を実施すべき課題の探索を行った。

(3) 施策立案に必要な分析の実施

たばこ火災や防火管理等に関する分析を実施し、施策検討用資料として提供した。

2-III　火災の促進要因と燃焼性状の実験と数値計算による分析

(1) サンドイッチパネル等の建物内装材に使用される素材及び収容可燃物に関する燃焼性状を把握する装置を試作しデータ収集を開始した。

(2) 大きな人的被害が発生した個室型店舗火災について、小規模区画内における家具の燃焼実験を行い、区画の燃焼に至らなくても大量

の煙と高濃度の一酸化炭素の発生により内部は生命に危険が及ぶ状況になることがわかった。

(3) 火災旋風の発生メカニズム・発生条件の解明については、吸い込み式超低速小型風洞と、低速下での気流の可視化方法の開発、熱源の製作を行ったが、まだ完成していない。

(4) 火災シミュレータのソースプログラムを分析調査した結果、GPGPU（パソコンのディスプレイ描画処理能力を計算に活用した）計算高速化手法を適用すると従来より 10 倍計算が速くなることがわかった。

2-IV　生活に密着した建物等での警報伝達手段に関する研究

(1) 住警器による地域警報ネットワークの検討

既存住警器の無線通信機能を調査・整理し、住警器による地域警報ネットワークの検討を行った結果、無線連動のための通信方式として、親器・子器方式または数珠つなぎ方式が用いられていることを確認した。また、建物間の無線連動を行う際、建物の壁を通しての無線通信が必要となるため、建物の内壁素材や外壁素材を用いた電波伝播実験が行える実験環境を整えた。通信実験は、次年度に行う。

(2) 火災警報用信号コンセントの検討

建物の特性や警報の受け手側の特性に適した警報伝達機器への火災信号伝達を容易に行えるようにするための火災警報用信号コンセントの仕様について検討を行った結果、火災警報信号用コンセントで扱う信号として、警報装置が機能的に安全な装置であるかの認証信号､取付(認証情報）信号、警報の種別を表す信号、警報装置が作動した時のアンサーバック信号、定期的な動作試験を要求する信号等が含まれている必要があることがわかった。

2-V　消火活動のための火災現場情報把握技術に関する研究

火災鎮圧後の建物内にある残火を発見するための方法として、鎮圧後の建物内で、ある場所の温度を、ある時間間隔ごとに測定し、その測定結果を比較して、どこの場所の温度が、数時間前と比べ、何℃くらい上昇したか、という情報を得て、その場所を念入りに調査する、という方法を考えている。温度の測定方法として、比較的安価な製品が出始めている熱画像カメラを利用する。熱画像カメラにより定量的な温度測定を行い、長時間にわたりデータを蓄積し、温度変化を比較する。比較結果を複数の隊員や別の部隊の隊員との間で情報共有する必要があるため、測定結果を無線 LAN 技術を用い PC や携帯端末に転送し蓄積するものとする。

平成 23 年度は次のような実験を行った。2m×2m×2m 程度の大きさの小屋の中に､「鎮圧後の建物内」に想定されるものとして、水を含んだガラス繊維、水を含んだ段ボール、水を含んだ座布団などを設置した｡それらの下に､「残火」を模擬して、小型の電気ヒーターを設置した。実験装置の概要を図 4-8 に示す。熱画像カメラで継続して観察するとともに、無線 LAN 技術を使って PC に転送し、熱画像を共有することを行った。その結果、継続して熱画像を観察すれば、ガラス繊維、段ボール、座布団の表面の温度上昇を測定することができた。無線 LAN 技術を用いて PC に転送した熱画像を数人で観察することにより、温度が上昇しているという情報を共有することができた。あくまで実験室レベルではあるが、残火を発見するための方法として有効であることを示せた。

座布団を下方からヒーターで加熱

赤外線カメラで撮影

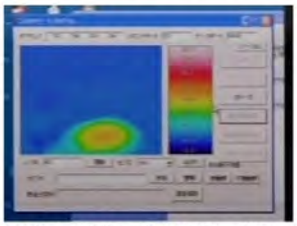

無線LANで熱画像を送信し、後方のPCで受信する

図 4-8　平成 23 年度に行った実験の概要

3.　平成 24 年度の研究計画

3-I　東日本大震災における火災分析と防火対策

(1) 東日本大震災において発生した火災の発生原因や延焼要因の究明

震災関連火災の統計的な分析と実験的な検証を行い、出火原因、延焼要因の抽出及び対策の提言を行う。

(2) 再生可能エネルギー関連設備・装置の火災危険性把握

火炎曝露された太陽電池モジュールの燃焼性状や鎮火後の発電抑制手法の検討を実施する。また、消防隊員の感電を考慮し、手袋や長靴、破壊器具などの個人装備品の電気導電性を検証する。

3-II　火災の実態把握と課題抽出

(1) 抽出された課題に関する詳細分析

たばこを発火源とする住宅火災について詳細な分析を行い、背景要因を含む実態を明らかにする。

(2) 火災の実態把握と課題抽出

社会情勢の変化に留意しつつ、詳細な分析を実施すべき課題の探索を継続する。

(3) 施策立案に必要な分析の実施

行政上のニーズに応じて、必要な分析を実施する。

3-III　火災の促進要因と燃焼性状の実験と数値計算による分析

(1) 引き続きサンドイッチパネル等の建物内装材に使用される素材及び収容可燃物に関する燃性の把握を行う。

(2) 燃焼条件を考慮した小規模実験による燃焼データの把握・蓄積を行う。

(3) 火災旋風の発生メカニズム・発生条件の解明については、前年度に引き続き実験装置を製作し、超低風速下における可視化手法の開発を引き続き行い、その後、実験に入る。実験では、風速、熱源の発熱量等を変化させ、熱源風下に発生する火災旋風の発生条件を調べる。

(4) 火災シミュレータに対し、GPGPU 計算高速化手法を、最も高速化に効果的なサブルーチンから優先的に適用する。

3-IV　生活に密着した建物等での警報伝達手段に関する研究

(1) 住警器による地域警報ネットワークの検討

住警器による地域警報ネットワークのフィールド実験を実施し、電波伝搬障害や非火災報発生等の問題点とその対応方法の検討を行う。

(2) 火災警報用信号コンセントの検討

昨年度に引き続き、火災警報用信号コンセントで扱う信号の整理並びに仕様の検討を行う。

3-V　消火活動のための火災現場情報把握技術に関する研究

赤外線カメラを利用し、鎮圧後の火災現場の温度場を記録する手法を実験により検討し、定量的に現場の温度管理が行える手法を開発するために、次のような実験を行う。2m×2m×2m 程度の大きさの小屋の中に天井裏や壁の中を想定した空間を作り、その中に小さな熱源となる電気ヒーターを設置し、電気ヒーターの熱を赤外線カメラで可視化する。隠された電気ヒーターを赤外線カメラで発見できるかについて検討し、赤外線カメラで撮影した画像を無線 LAN 技術により共有し小型のタブレット端末で受信する。

4.　次年度以降の研究計画

4-I　東日本大震災における火災分析と防火対策

(1) 震災関連火災の統計的な分析と出火原因、延焼要因の抽出及び対策の提言

(2) 太陽電池モジュール構成部材の分析及び燃焼時発生ガスに対する化学分析の実施

(3) 太陽光発電設備の火災危険性と消火活動における危険性の把握と活動マニュアルの作成

4-II　火災の実態把握と課題抽出

(1) 抽出された課題に関する詳細分析

網羅的な集計分析から抽出された課題について詳細な分析を行い、背景要因を含む実態を明らかにする。

(2) 火災の実態把握と課題抽出

社会情勢の変化に留意しつつ、詳細な分析を実施すべき課題の探索を継続する。

(3) 施策立案に必要な分析の実施

行政上のニーズに応じて、必要な分析を実施する。

4-III　火災の促進要因と燃焼性状の実験と数値計算による分析

(1) 燃焼条件を考慮した小規模実験による燃焼データの把握・蓄積と実火災における燃焼現象と適切な消防活動に資する技術提供を行う。

(2) 火災旋風の発生メカニズム・発生条件の解明については、小規模実験を継続し、発生メカニズム、発生条件の解明を目指す。その後、実規模での発生条件の導出を目指す。

(3) 継続してサブルーチンに GPGPU 計算高速化手法に適用することを試みるとともに、適用後の火災シミュレータの計算精度や高速化の検証を実施する。

4-IV　生活に密着した建物等での警報伝達手段に関する研究

(1) 住警器による地域警報ネットワークの検討

住警器による地域警報ネットワークのフィールド実験を継続実施し、警報信号連動に関する諸問題の把握と対応方法の検討を行う。

(2) 火災警報用信号コンセントの検討

昨年度に引き続き、火災警報用信号コンセントで扱う信号の整理並びに仕様の検討を行う。

4-V　消火活動のための火災現場情報把握技術に関する研究

(1) 再燃火災の危険性を把握するための手法の開発

① 鎮火後の温度場の測定手法を開発する。

② 計測された情報の現場での共有手法の検討を行う。

(2) 消火活動に必要な空間情報把握技術の開発

① 消火活動中の現場における赤外線カメラの活用法の検討を行う。

② 得られた情報の現場での共有手法の検討を行う。

③ 訓練方法の検討を行う。

④ 赤外線カメラの技術動向を調査する。

⑤ 電磁波等の遠隔距離測定技術及び火災現場環境での有効性を調査する。

⑥ 遠隔距離測定結果を可視化する技術の検討と開発を行う。

(5)　リチウムイオン電池の危険性評価と安全対策

研究期間：平成 23 年 4 月～平成 24 年 3 月

技術研究部　危険性物質研究室	塚目孝裕、岩田雄策
技術研究部　大規模火災研究室	松島早苗、阿部伸之、森井統正
技術研究部　特殊災害研究室	鈴木健
火災災害調査部　研究企画室	高梨健一
火災災害調査部　原因調査室	西晴樹、尾川義雄、若月薫
消防庁　消防技術政策室	篠原雅彦、内藤浩由
技術研究部　上席研究官	河関大祐

*平成 24 年 3 月現在の所属

1.　目的

リチウムイオン二次電池は、生活環境の多くの場所で用いられ、生活の上で必要不可欠のものとなっている。しかし、可燃性液体を電解液に使用していること、電気エネルギーを蓄積させていることから、取扱いによっては大きな事故を生じることになる。平成 13 年から平成 22 年までの間に、リチウムイオン電池屋内貯蔵所で発生した火災事故は合計 24 件にのぼっている。中でも、平成 7 年の郡山市の工場、平成 8 年の守口市の工場で発生した火災事故は、大量のリチウムイオン二次電池が燃焼し、いずれも鎮火まで 7～8 時間、燃焼面積で千～数千 m^2 にのぼる大規模な火災となった。

リチウムイオン電池に使用される電解液は、石油等と同等の危険物であることから、大量のリチウムイオン電池を取り扱う施設については、消防法令の規定により危険物施設として一定の安全対策を講じることとされている。平成 23 年 3 月 6 日に行われた行政刷新会議における規制仕分けにおいて、安全性の確保を大原則としつつ、リチウムイオン電池の火災危険性を再検証することが求められた。そこで、「リチウムイオン電池の火災危険性について再検討を行う」こと、及び「リチウムイオン電池に係る危険物施設の安全対策のあり方について検討を行う」ことを目的とした「リチウムイオン電池に係る危険物施設の安全対策のあり方に関する検討会」が設置された。本研究では検討会と連携し、以下の 2 点を目的とした。

(1) リチウムイオン電池が火災に遭った際の挙動を明らかにし、その危険性を評価する。さらに、どのような状態であれば安全を確保できるかについての考察を行うこと。

(2) 検討会の進行に合わせて実証実験を行い、検討会での方向性を決める科学的なデータを提供すること。

図 5-1　本研究の柱の研究内容のイメージ

2.　平成 23 年度の研究計画及び成果

(1) 電解液封口後（円筒型リチウムイオン電池）の危険性評価

充電率の異なるリチウムイオン電池をガスバーナーで加熱して、電池の挙動を観察した。電池は、100%充電及び 50%充電の 18650 型※を用い、負極側を下に向け約 10cm のブンゼンバーナーの炎先端が、電池の下部より 1/4 程度まであたるように高さを調節し加熱した（図 5-2 参照）。電池の個体差に配慮し、実験はそれぞれ 3 回行った。

50%充電電池は、加熱開始後約 10～20 秒後に白煙を上げ、噴出音、炎、火花を伴い燃焼を開始した。この状態は数秒間継続し、その後火花と噴出音の発生は止まり、炎のみの燃焼へ移行した。加熱開始から着火までの時間は平均 21.3 秒、火花・噴出音が消失し炎のみの燃焼へ移行するまでは平均 28.7 秒、その後自然消火までは平均 51.3 秒であった。

100%充電電池は、加熱開始後約 10 数秒後に白煙を上げ、噴出音、炎、火花を伴い激しい燃焼を開始した。この状態は数秒間継続し、その後火花と噴出音の発生は止まり、炎のみの燃焼へ移行した。1 回の実験では、炎のみの燃焼に移行する前に、電池中央部付近から 2 つに破裂した。残りの 2 回の実験では、加熱開始から着火までの時間は平均 14.0 秒、火花・噴出音が消失し炎のみの燃焼へ移行するまでは平均 17.3 秒、その後自然消火までは平均 27.7 秒であった。

※円筒型リチウムイオン電池の規格（サイズ）は、直径（mm 単位で 2 桁）+ 長さ（0.1mm 単位で 3 桁）の計 5 桁の数字で表される。

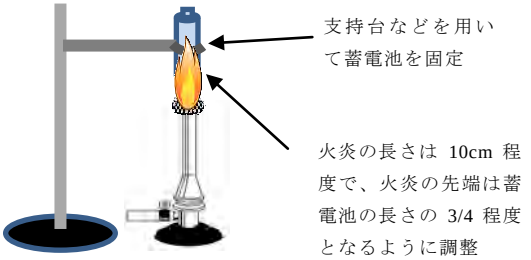


図 5-2　50%充電、100%充電の電池加熱試験の模式図

(2) 電解液封口前（電解液）の危険性評価

電解液に使用される液体を、18650 型電池空容器に入れ、ブンゼンバーナーにより加熱し、挙動を観察した。実験を 3 回行った。

液体は、加熱後数秒後に着火し、炎を上げて燃焼を開始した。炎は徐々に大きくなり、その最高時の高さは 32～40cm 程度に達した。その後炎は徐々に小さくなり、消炎後白煙の発生に移行した。白煙の発生は数秒間続き、消煙した。加熱開始から着火までは平均 4.7 秒、消炎までは平均 18.7 秒、白煙の発生が終了するまでは平均 31.0 秒であった。

(3) 貯蔵・保管時の安全性確認

50%充電電池を高さ 3m の地点から自然落下させ、落下地点で電解液が漏えいしているかどうかをニオイセンサにより試験した。この試験は、50%・100%充電電池ともに、それぞれ 3 回行った。

落下させた電池は、底部にへこみが認められた。いずれの試験においても落下地点面の濡れや電解液の漏えいは認められなかったが、電解液に使用されている化合物に特性のあるニオイセンサでは、数値が若干上昇した試料が認められた。この数値をセンサ付属の出力特性データグラフで濃度換算すると、いずれも数 ppm の極めて低い濃度であった。

(4) 電池に対する安全対策の評価試験

50%充電電池及び 100%充電電池について、ブンゼンバーナーの炎と電池の間に 1.6mm 厚の

鉄板を挿入し、電池底部が鉄板より 1cm となるようにして加熱した。加熱は 20 分間続け、20 分後の電池温度を測定した。この試験は 50%・100%充電電池ともに、それぞれ 3 回行った（図 5-3 参照）。

20 分間の加熱の間、いずれの試料においても、電池被覆の溶解、電池の開裂・破裂、着火は認められなかった。20 分加熱後で一番温度の上昇した試料で 56.8℃であり、鉄板から約 1cm 離した状態で、炎がじかに電池に触れていない状態では、電池への着火がなく、さらに電池が自ら発火する温度には至らないことがわかった。

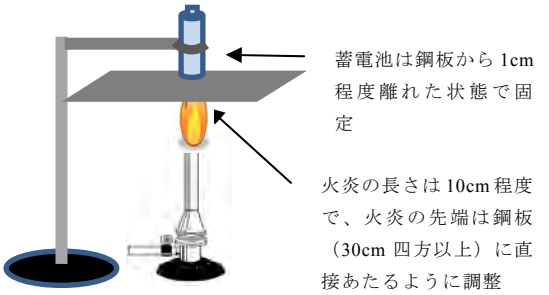


図 5-3　電池に対する安全性対策試験の模式図

(5) 検討会における公開実験

上記(1)～(4)の実験に関して、第 3 回の検討会で各項目につき 1 回ずつ実験を行い、政府特命担当大臣及び検討会委員、傍聴者に対して公開した。

(6)　東日本大震災における防火水槽の減水被害に関する調査結果

研究期間：平成 23 年 4 月～平成 24 年 3 月

技術研究部　上席研究官　　吉原浩

1.　目的

東日本大震災において、自然水利とともに、地震時に重要な消防水利である防火水槽で減水にいたる被害が多数発生している。阪神淡路大震災（1995 年）、新潟県中越地震（2004 年）等、近年の地震における防火水槽の減水にいたる被害は、昭和 20 年代以前に設置された防火水槽で多く発生しているが、消防庁の補助基準により製作された防火水槽ではほとんど発生していない。

東日本大震災では、広域的に地震動による被害が発生しており、防火水槽も多くの被害が発生していると考えられる。主な被害地域において防火水槽の被害に関するアンケート調査を実施し、今後の震災時における消防水利確保方策を検討するための基礎資料を得ることを目的とする。

2.　平成 23 年度の研究計画及び成果

(1) 防火水槽の減水状況に関するアンケート調査

岩手県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県及び千葉県内の消防本部に対し、東日本大震災により減水に至った防火水槽（公設の容量 20m^3 以上を対象。ただし津波に起因するものを除く）に関するアンケート調査等を行った結果、次のことがわかった。

① 減水率は 6 県全体で 0.47%。茨城県が 0.77% と最も大きい（容量 20m^3 以上）。

② 震度が大となるに従い減水率が大となった。特に、震度 6 弱以上の震度が計測された消防本部では、震度 5 強以下の消防本部に対し減水率が大となる傾向が認められた。

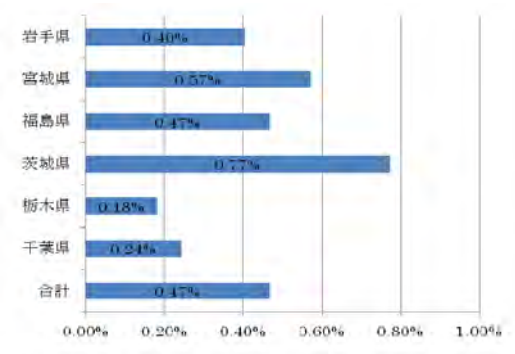


図 6-1　防火水槽の減衰率（容量 20m^3 以上）

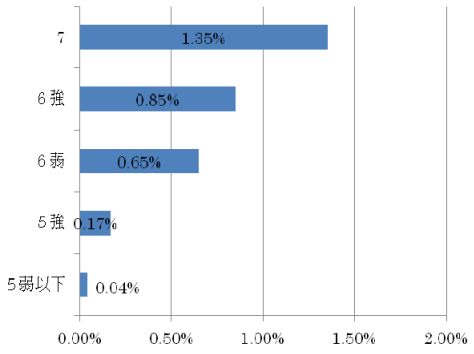


図 6-2　震度と減水率（容量 20m^3 以上　合計）

(2) 現地調査

消防庁補助基準を満たすと考えられる防火水槽 2 箇所において減水に至る被害を確認した。いずれも底設ピットと底版の接合部のずれ、並びに中間部材のずれが認められた。このうち 1 箇所では周辺地盤のすべりが認められ、また 1 箇所は傾斜地に設置され周辺地盤の低下が認められた。よって、この 2 箇所は地盤のすべり等により、底設ピットに過大な土圧が作用したこ

とにより、底設ピットの接合部が破損したことが減水の主な原因と推定される。

図 6-3　底設ピットのずれ

図 6-4　セグメント接合部のずれ、止水材の亀裂

(7)　津波減衰技術に関する研究

研究期間：平成 23 年 4 月～平成 25 年 3 月

所長　松原美之
技術研究部　大規模火災研究室　阿部伸之

1.　目的

東日本大震災では津波により東北地方の太平洋沿岸部を中心に甚大な被害を被った。将来、再来する可能性のある津波から国民を守るために、今出来うることとして、津波が着岸する前の沖合でいかに津波を減衰させ威力を弱めることの可否について把握することが有益である。本研究では、津波を減衰させる効果を期待して沖合に設置する海中防波堤（図 7-1）の減衰効果について実験やシミュレーション技術を用いて検証を行う。

2.　平成 23 年度の研究計画及び成果

比力／比エネルギー曲線解析法により射流・常流時の津波高さや津波の破壊力について算出し評価した。また、水柱の崩壊後に発生する津波が海中にある壁を通過した後に若干減衰することをシミュレーションにより予測した（図 7-2）。そのことから海中防波堤を複数設けることにより減衰を促進させていく工夫が必要であると判断した。

3.　平成 24 年度の研究計画

波浪水槽に追加設置した津波発生装置から押し出される津波を使って海中防波堤を模擬した模型実験を実施し、海中防波堤の効果を検証する（図 7-3）。

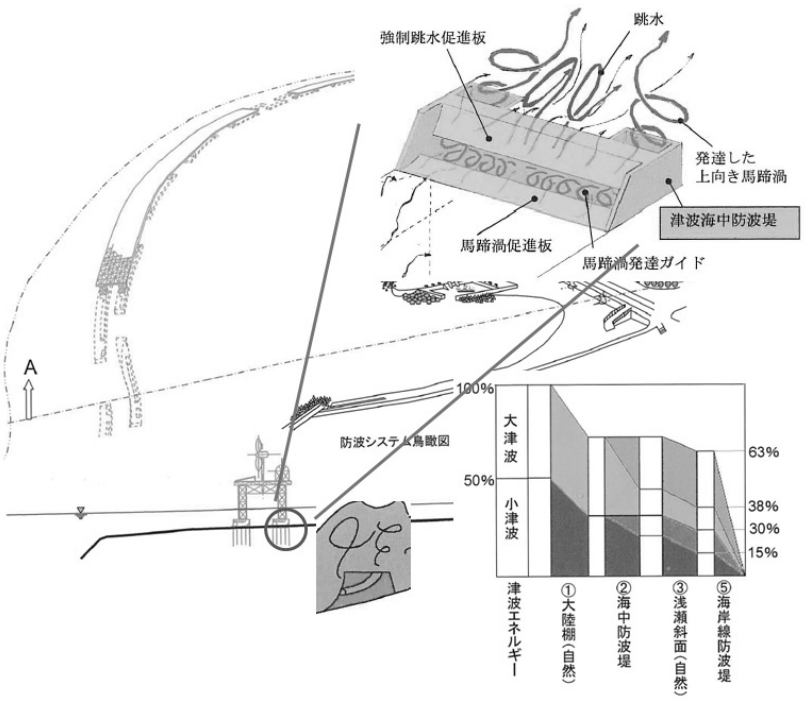


図 7-1　海中防波堤周りの流れと設置イメージ

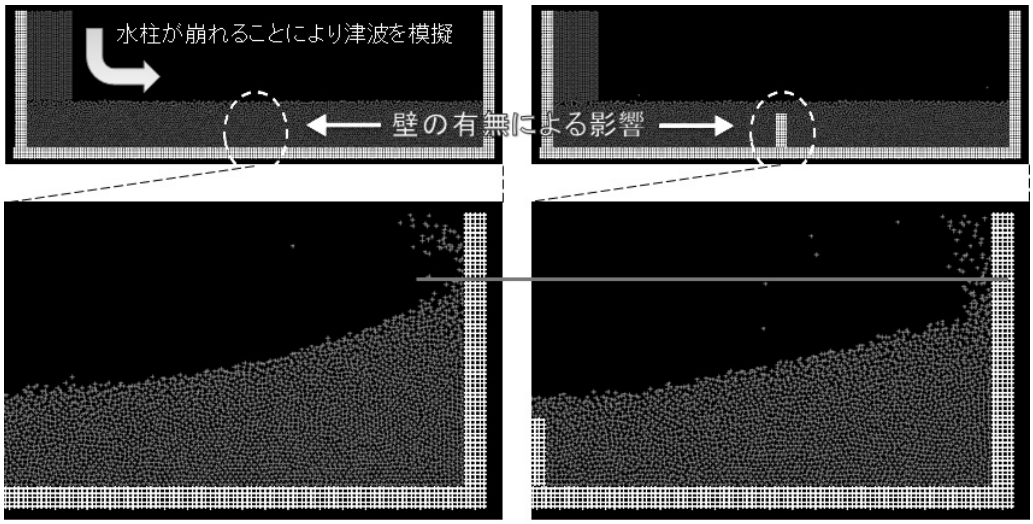


図 7-2　壁の有無による津波減衰効果の違い（予測シミュレーション）

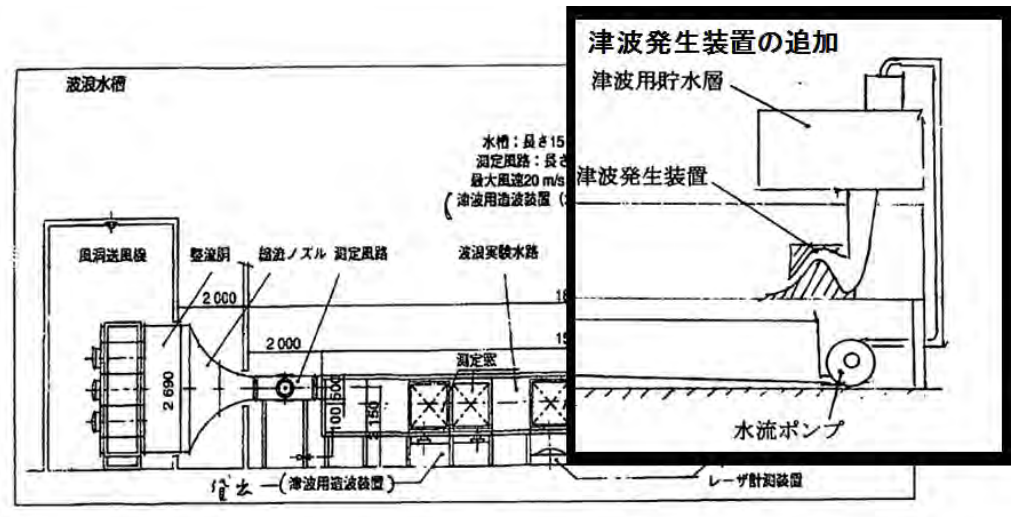


図 7-3　津波発生装置を追加設置した波浪水槽

Ⅱ　研 究 発 表 等

1　所外研究発表状況

(1) 口頭発表

	題　　名	発　表　者　名	発　表　会　名	発表年月
1	The causes of low quality chest compression during ambulance transportation	Yasuharu Yasuda, Yoshinori Kato, Shigeharu Tanaka, Daisuke Kumagawa,* Naoya Tsunoda,* Yoshiki Toyokuni, Katsuaki Kubota	European Resuscitation Council Congress	2011.1
2	Introduction of civilian based first responder at the Great East Japan Earthquake struck area and investigation of their responding speed and fatigue	Yoshiki Toyokuni, Masayuki Suzukawa, Yasuharu Yasuda, Katsuaki Kubota		
3	加熱温度によるフィルター素材の導電率変化	田村裕之	平成 23 年度日本火災学会研究発表会	2011.5.16～5.17
4	2 種類のゾーンモデルによる煙性状予測の比較	山田常圭（東京大）、阿部伸之、田村裕之		
5	火の粉の性状と飛散状況－2010 年 1 月 13 日別府市火災－	篠原雅彦、杉井完治（京都市消防局）、細川直史		
6	一般住民を対象とした防災広報文章に関するアンケート調査	河関大祐、座間信作、高梨健一		
7	醤油かす等の微小発熱挙動に関する研究	村沢直治（千葉科学大大学院）他 1 名、岩田雄策、古積　博		
8	高感度熱量計を用いた金属粉の微少発熱挙動	岩田雄策		
9	石油タンク火災用の泡消火薬剤について（第 6 報）－泡の被覆性とレオロジーの関係－	山谷詩朗（第一化成産業）、内藤浩由、佐宗祐子、佐澤　潔（深田工業）		

	題　　名	発　表　者　名	発　表　会　名	発表年月
10	石油タンク火災用の泡消火薬剤について（第 7 報）－流動性の違いによる消火特性－	内藤浩由、佐澤　潔（深田工業）、佐宗祐子、山谷詩朗（第一化成産業）	平成 23 年度日本火災学会研究発表会	2011.5.16～5.17
11	石油タンク火災用の泡消火薬剤について（第 8 報）－泡消火における有効泡厚さの検討－	佐澤　潔（深田工業）、内藤浩由、佐宗祐子、山谷詩朗（第一化成産業）		
12	圧縮空気泡によるアルミニウム火災消火時の水素発生挙動	近藤伸一（モリタホールディングス）他 4 名、松下孝志（東近江行政組合消防本部）他 1 名、佐宗祐子、内藤浩由		
13	水またはガス系消火剤による消火方法とその得失	尾川義雄		
14	可燃性液体火災の泡消火－ハイスピードビデオカメラによる撮影－	鈴木　健		
15	高分子発泡体を芯材に用いたサンドイッチパネルの燃焼性状（その 1）	中岡龍哉（東京理科大）他 1 名、若月　薫、益村宏児		
16	高分子発泡体を芯材に用いたサンドイッチパネルの燃焼性状（その 2）	若月　薫、中岡龍哉（東京理科大）他 1 名、益村宏児		
17	材料燃焼実験の結果を用いた避難時間計算のための FED の算出	小張玲奈（東京理科大）他 1 名、若月　薫		
18	高齢者の生活実態を踏まえた火災の燃焼特性に関する研究－その 1 着火実験と単体可燃物の燃焼実験－	出口嘉一（竹中工務店）他 1 名、若月　薫、小野美沙登、山田常圭（東京大）		
19	高齢者の生活実態を踏まえた火災の燃焼特性に関する研究－その 2 実火災実験を通じた火災室内における燃焼性状の把握－	小野美沙登、若月　薫、出口嘉一（竹中工務店）他 1 名、山田常圭（東京大）		
20	プロパンの層流燃焼速度に及ぼすウォーターミストの影響	宇田川徹（東京電機大）他 2 名、内藤浩由、佐宗祐子		
21	EM ケーブルの自立延焼特性に関する実験的検討	中村祐二（北大）他 1 名、若月　薫		

	題　　名	発　表　者　名	発　表　会　名	発表年月
22	別府市強風下延焼火災の延焼状況･消防活動の調査と消防力の低下に関する問題提起	杉井完治（京都市消防局）、三浦敦史（別府市消防本部）、篠原雅彦、細川直史	平成 23 年度日本火災学会研究発表会	2011.5.16～5.17
23	住宅用火災警報器の奏功事例の分析（その 1）－台所火災の奏功事例－	五味保城（東京ガス）、益村宏児、小野美沙登、江幡弘道（ホーチキ）、山内幸雄（東京理科大）他 1 名、若月　薫		
24	住宅用火災警報器の奏功事例の分析（その 2）－居室火災の奏功事例－	関澤　愛（東京理科大）他 1 名、江幡弘道（ホーチキ）、益村宏児、小野美沙登、五味保城（東京ガス）、若月　薫		
25	東日本大震災における消防研究センターの被害調査報告	西　晴樹	平成 23 年度日本火災学会　東日本大震災における火災調査速報会	2011.5.17
26	Spectral Amplification Factors for Long-Period (3 to 10 s) Ground Motions in and around the Los Angeles Basin during the Mw7.2 El Mayor-Cucapah Earthquake of April 4, 2010	Ken Hatayama, Erol Kaikan (U. S. Geological Survey, Menlo Park, CA)	日本地球惑星科学連合 2011 年大会	2011.5.20～5.25
27	時間拡張 2D グリッドマップを用いた小型自律移動クローラシステムの開発	渡邉　輝、安岡洋一、鈴木太郎、天野嘉春、橋詰　匠（早稲田大）、矢野　寛（三菱電機特機システム）、天野久徳	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 ’11 講演論文集（ROBOMEC ’11）	2011.5.26～5.28
28	階段昇降機構を付加した救助支援型担架システムの開発－第 5 報振動抑制効果についての実験的検討－	岩野優樹（明石高専）、大須賀公一（大阪大）、天野久徳		
29	レスキューロボット FMT の遠隔操縦システム－映像中の遮蔽物除去アルゴリズム－	平山達也（和歌山大）、徳田献一、衣笠哲也（岡山理大）、土師貴文、天野久徳		

	題　　名	発　表　者　名	発　表　会　名	発表年月
30	柔軟全周囲クローラの湾曲姿勢提示と GUI－柔軟変位センサによる計測と可視化－	土師貴文（岡山理大）、衣笠哲也、赤木徹也、明　楽周、吉田浩治、天野久徳、大須賀公一（大阪大）	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 ’11 講演論文集（ROBOMEC ’11）	2011.5.26～5.28
31	米英における一般人によるファーストレスポンダーの処理範囲､出場体制	久保田勝明、鈴川正之（自治医大）他 1 名、安田康晴（京都橘大）	第 14 回日本臨床救急医学会総会・学術集会	2011.6.3～6.4
32	英米におけるファーストレスポンダー体制について	安田康晴（京都橘大)、鈴川正之（自治医大）他 1 名、久保田勝明		
33	ファーストレスポンダーの自力走行速度に関する研究	豊國義樹（自治医大）他 1 名、安田康晴（京都橘大)、久保田勝明		
34	防災 AR の試みと今後の可能性について	細川直史	先端 IT 活用推進コンソーシアム 第二回 AR セミナー	2011.6.8
35	東日本大震災における現地災害調査について	細川直史	次世代安心・安全 ICT フォーラム平成 22 年度第 2 回防災・減災 ICT 分科会	2011.6.16
36	（ポスター発表）Observation of extinction of oil pan fire by foam agent using a high‐speed video camera	Takeshi SUZUKI	10th International Symposium for Fire Safety Science（第 10 回火災安全科学に関する国際シンポジウム)	2011.6.19～6.24
37	（ポスター発表）Utilization of Walkthru Fire Simulator for Examining Evacuation Guiding Effect in Case of Fire	Tokiyoshi YAMADA, Nobuyuki ABE		
38	（ポスター発表）Experimental study of a generation of fire whirls downwind of a flame in a cross-flow	Masahiko Shinohara		
39	Investigation on Life Style of Elderly People Living Alone in Japan and its Influence to Residential Fire	M. Ono, K. Wakatsuki, Y. Deguchi, T. Nagaoka and T. Yamada		

	題　　名	発　表　者　名	発　表　会　名	発表年月
40	Mechanism of Flame Spread of Electrical Cables	J. Iwakami, Y. Nakamura, K. Wakatsuki and A. Hossain	10th International Symposium on Fire Safety Science（第 10 回火災安全科学に関する国際シンポジウム）	2011.6.19 ～6.24
41	Fire Effluents Analysis of Rigid Poly‐Urethane Core Sandwich Panel by Fourier Transform Infrared Spectroscopy	K. Wakatsuki, K. Masumura, T. Nakaoka and Y. Ohmiya		
42	Water Droplets Behavior in Extinguishing the Methane-Air Counterflow Diffusion Flame	Akira Yoshida (Tokyo Denki Univ.) 他 2 名, Hiroyoshi Naito, Yuko Saso		
43	東日本大震災における産業火災の概要と特徴	西　晴樹	安全工学シンポジウム 2011	2011.7.7 ～7.8
44	防災分野における地理空間情報の活用について	細川直史	GIS 勉強会「政府における GIS 施策」	2011.7.13
45	高分子発泡体を芯材に用いたサンドイッチパネルの燃焼性状	中岡龍哉（東京理科大）、若月　薫、大宮喜文	2011 年度日本建築学会大会（関東）	2011.8.23 ～8.25
46	燃焼生成ガス分析装置による材料燃焼実験の結果を用いた有効暴露量比	小張玲奈（東京理科大）、若月　薫、大宮喜文		
47	住宅用火災警報器の設置効果に関する分析　その 1　台所火災の奏功事例分析から	五味保城（東京ガス）、小野美沙登、江幡弘道、山内幸雄、若月　薫、関澤　愛		
48	住宅用火災警報器の設置効果に関する分析　その 2　居室火災の奏功事例と火災統計の分析から	関澤　愛（東京理科大）、江幡弘道、小野美沙登、五味保城、若月　薫、山内幸雄		
49	LONG-PERIOD (3 TO 10 S) GROUND MOTIONS IN AND AROUND THE LOS ANGELES BASIN DURING THE Mw7.2 EL MAYOR-CUCAPAH EARTHQUAKE OF APRIL 4, 2010	Ken HATAYAMA, Erol KALKAN (U. S. Geological Survey)	Effects of Surface Geology on Seismic Motion	2011.8.23 ～8.26

	題　　名	発　表　者　名	発　表　会　名	発表年月
50	Measurement of Flexed Posture for Driving Flexible Mono-tread Mobila Track Using Flexible Displacement Sensor	T. Haji (Okayama Univ. of Science), S. Myoraku, T. Kinugasa, T. Akagi, K. Yoshida, H. Amano, M. Iribe (Osaka Univ. of Elector), K. Tokuda (Wakayama Univ.), R. Hayashi (Kagoshima Univ.), K. Osuka (Osaka Univ.)	Proceedings of the 14th International conference on climbing and walking robots and the support technologies for mobile machines CLAWAR2011	2011.9.6 ～9.8
51	REMOTE CONTROL SYSTEM FOR RESCUE ROBOT FMT: REMOVAL ALGORITHM OF OBSTACLES IN THE IMAGES	K. Tokuda (Wakayama Univ.), T. Hirayama, T. Kinugasa (Okayama Univ. of Science), T. Haji (Okayama Univ. of Science), H. Amano		
52	緊急地震速報を利用したタンクの各種被害予測システムの開発	大保直人（地震予知総合研究振興会)、目黒公郎（東大)、座間信作、佐藤正幸（エイシンシステム）他 1 名	土木学会 平成 23 年度全国大会 第 66 回年次学術講演会	2011.9.7 ～9.9
53	バイオコークス燃料の熱分解ガス放出特性に関する検討	伊東弘行（北大院）他 1 名、酒井雄人（近畿大）他 1 名、若月 薫	日本機械学会 2011 年度年次大会	2011.9.11 ～9.14
54	低サイクル疲労を考慮した石油タンク底板の許容局部腐食深さ	大塚尚武、新井場公徳	日本機械学会 2011 年度年次大会 DVD-ROM 論文集	2011.9.11 ～9.14
55	消防の応急対応業務における情報通信ネットワークの重要性	細川直史、高梨健一	電子情報通信学会 2011 年度ソサエティ大会	2011.9.13
56	2011 年東北地方太平洋沖地震の際の石油コンビナート地域における強震動と石油タンクが受けた被害	畑山　健、座間信作、西　晴樹	日本地震学会 2011 年秋季大会	2011.10.12 ～10.14
57	Study on Hazard of Biodiesel	Hiroshi Koseki, Yusaku Iwata	APSS（Asia Pacific Symposium on Safety, アジア太平洋安全シンポジウム）	2011.10.19 ～10.21

	題　　名	発　表　者　名	発　表　会　名	発表年月
58	Study on the combustion behavior of butanol bio-gasoline	Xiao Qiuping (Shanghai Research Institute of Chemical Industry Testing Center, China), Hiroshi Koseki, Yusaku Iwata	APSS（Asia Pacific Symposium on Safety, アジア太平洋安全シンポジウム）	2011.10.19～10.21
59	Study on Hazard of Toner Cartridge at Recycle Facilities	Hiroshi Koseki, Yusaku Iwata		
60	2011 年東北地方太平洋沖地震による被害に関する消防の視点からの第一次調査結果について	座間信作	日本災害情報学会第 13 回学会大会	2011.10.29～10.30
61	バイオコークス燃料の加熱にともなうガス放出挙動に関する検討	伊東弘行（北大院）他 1 名、酒井雄人、井田民男（近大理工）、若月薫	日本機械学会熱工学コンファレンス 2011	2011.10.29～10.30
62	Development of Rescue Support Stretcher System with Stair-climbing	Yuki Iwano (Akashi National College of Tec), Koichi Osuka (Osaka Univ), Hisanori Amano	Proceedings of the 9th IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR2011)	2011.11.1～11.5
63	Prototype “RT04” That Uses Flexible Mono-Tread Mobile Track	Tetsuya Kinugasa (Okayama Science Univ), Takafumi Haji, Koji Yoshida, Hisanori Amano, Ryota Hayashi (Kagoshima Univ), Masatsugu Iribe (Osaka Electro-Communication Univ), Kenichi Tokuda (Wakayama Univ), Koichi Osuka (Osaka Univ)		
64	消防防災の現場における位置情報の活用について	細川直史	次世代位置情報サミット 2011 パネル討論会「東日本大震災で位置情報技術はどう役立ったのか？」	2011.11.10

	題　　名	発　表　者　名	発　表　会　名	発表年月
65	Fire and Explosion of Dinitrosopentamethylenetetramine - a review	Takeshi Suzuki	The 4th International Symposium on Energetic Materials and their Applications	2011.11.16 ～11.18
66	Evaluation of thermal decomposition hazards by differential adiabatic calorimeter	Yusaku Iwata		
67	Policy direction of Japan for disaster prevention robots	Hisanori Amano	The 1st Korea-Japan Workshop on Firefighting and Disaster Prevention Robot,The 8th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (Urai 2011)	2011.11.23 ～11.26
68	化粧油の蓄熱発火危険性に関する研究	岩田雄策	第 44 回安全工学研究発表会	2011.12.1 ～12.2
69	対向流拡散火炎の消炎限界速度勾配に及ぼすウォーターミストの影響	髙﨑諒平（東京電機大）他 2 名、内藤浩由、佐宗祐子	第 49 回燃焼シンポジウム	2011.12.5 ～12.7
70	プロパン－空気予混合火炎の燃焼速度におよぼすウォーターミストの影響	百本洋介（東京電機大）他 2 名、内藤浩由、佐宗祐子		
71	同軸流拡散火炎の火炎挙動および消炎機構に及ぼすウォーターミストの影響	櫻井　格（東京電機大）他 1 名、内藤浩由		
72	可燃性液体を浸潤させた高分子繊維が付着した固体の燃え拡がり	鈴木　健		
73	柔軟全周囲クローラの試作機 RT04 について	衣笠哲也（岡山理大）、土師貴史、吉田浩治、林　良太（鹿児島大）、入部正継（大阪電通大）、徳田献一（和歌山大）、天野久徳、大須賀公一（大阪大）	第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会	2011.12.23 ～12.25

	題　　名	発　表　者　名	発　表　会　名	発表年月
74	消防防災用無人ヘリコプタシステムの研究開発	森川　泰（産業研）、松本　治、富田文明、神村明哉、天野久徳、新井場公徳	第 12 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会	2011.12.23～12.25
75	階段昇降機構を付加した救助支援型担架システムの開発-第 6 報- 担架表面の摩擦抵抗に関する検討	岩野優樹（明石高専）、大須賀公一（阪大）、天野久徳		
76	4 脚ロボットの支持脚状態を用いた不整地における滑る足場の検出手法	三好敦士（和歌山大）、徳田献一、衣笠哲也（岡山理大）、天野久徳		
77	カテゴリ学習を用いた足探りによる不整地の足場認識	廣江健太（和歌山大）、徳田献一、衣笠哲也（岡山理科大）、 天野久徳		
78	Effect of Polydisperse Water Droplets on the Burning Velocity of Propane/Air Premixed Flames Stabilized in the Stagnation Flowfield	Akira Yoshida (Tokyo Denki Univ.) 他 2 名, Hiroyoshi Naito, Yuko Saso	The 11th International Conference on Combustion and Energy Utilization	2012.3.9～3.13
79	柔軟全周囲クローラの設計方法についてーベルトガイドの詳細設計と試作機 RT04－	衣笠哲也（岡山理科大）他 2 名、林　良太（鹿児島大）、天野久徳、入部正継（大阪電気通信大）、徳田献一（和歌山大）、大須賀公一（大阪大）	第 17 回ロボティクスシンポジア	2012.3.14～3.15
80	階段昇降機構を付加した救助支援型担架システムの開発－第 7 報 階段昇降性能向上に関する検討－	岩野優樹（明石工業高専）、大須賀公一（大阪大）、天野久徳		
81	消防防災に求められている情報サービス	細川直史	RedRescue ワークショップ	2012.3.15
82	拡張現実（AR）を用いたリスクコミュニケーションツールの開発	細川直史	電子情報通信学会 2012 年総合大会	2012.3.20～3.23
83	衛星技術を用いた災害応急対応支援	細川直史		

(2) 論文発表

	題　　名	発　表　者　名	掲載誌名等	巻号
1	ウォーターミストによる噴流拡散火災の消炎	吉田　亮（東京電機大）他 2 名、内藤浩由	日本火災学会論文集	Vol.61, No.1, pp.11-19 (2011.4)
2	Evaluation of Various Solid Biomass Fuels Using Thermal Analysis and Gas Emission Tests	Hiroshi Koseki	Energies	Vol.4, Issue 4, pp.616-627 (2011.4)
3	柔軟全周囲クローラの湾曲姿勢計測についてー新しい柔軟変位センサを用いた脊椎構造物の湾曲姿勢計測	衣笠哲也（岡理大）、赤木徹也、石井邦明（西日本旅客鉄道（株））、土師貴史（岡理大）、吉田浩治、天野久徳、林良太（鹿児島大）、徳田献一（和歌山大）、入部正継（大阪電通大）、大須賀公一（大阪大）	システム制御情報学会論文誌	Vol.24, No.8, pp.200-206 (2011.8)
4	探索用小型クローラロボットを駆動するための可撓性シャフトを用いたトルク伝達機構の設計	林　良太（鹿児島大）、中村一郎，余　　永、天野久徳、衣笠哲也（岡山理大）	日本ロボット学会誌	Vol.29, No.9, pp.829-836 (2011.11)
5	Implementation of Demonstration of Information Linkage Supposing the Tokyo Metropolitan Near Field Earthquake Disaster	Yasunori Hada（山梨大）他 11 名, Shinsaku Zama	Journal of Disaster Research	Vol.7, No.2, pp.160-172 (2012.2)
6	Development of Cellular Phone Application for Safety/Disaster Information Collection and Transmission; "Easy-Reporter"	Jeong Byeong-pyo (NICT) 他 2 名, Zama Shinsaku	Journal of the National Institute of Information and Communications Technology	Vol.58, Nos.1/2, pp.173-182 (2012.2)
7	Development of Earthquake Damage Estimation System and its Result Transmission by Engineering Test Satellite for Supporting Emergency Response	JEONG Byeong-pyo (NICT) 他 3 名, HOSOKAWA Masfumi, ZAMA Shinsaku	Journal of the National Institute of Information and Communications Technology	Vol.58, Nos.1/2, pp.195-209 (2012.2)

	題　　名	発　表　者　名	掲載誌名等	巻号
8	Determination of Spontaneous Ignition of SSSR and Fish meal during Transport and Storage	N. Murasawa (Chiba Institute of Science), H. Koseki, Y. Iwata, Y. Shibata (Nagoya City Fire Bureau)	Journal of Food Research	Vol.1, pp.320-329 (2012)

(3) 解説

	題　　名	発　表　者　名	掲載誌名等	巻号
1	屋外タンク貯蔵所からの灯油漏洩事故の解析	西　晴樹、鈴鹿竜也、鈴木幸太	圧力技術	Vol.49, No.1, pp.30-35 (2011.4)
2	同時多発火災発生時における火点早期覚知の必要性と高所見張の高度化 (1) －震災時の情報環境悪化に対応するための一方策	座間信作、関澤　愛（東京理科大）、杉井完治（現京都市消防局）	月刊フェスク	2011 年 5 月号 (No.355), pp.34-39 (2011.4)
3	同時多発火災発生時における火点早期覚知の必要性と高所見張の高度化 (2) －震災時の情報環境悪化に対応するための一方策	座間信作、関澤　愛（東京理科大）、杉井完治（現京都市消防局）	月刊フェスク	2011 年 6 月号 (No.356), pp.44-49 (2011.5)
4	同時多発火災発生時における火点早期覚知の必要性と高所見張の高度化 (3) －震災時の情報環境悪化に対応するための一方策	座間信作、関澤　愛（東京理科大）、杉井完治（現京都市消防局）	月刊フェスク	2011 年 7 月号 (No.357), pp.26-31 (2011.6)
5	熱分析･熱測定技術の化学物質の危険性評価、事故調査への応用	古積　博	安全工学	Vol.50, No.3, pp.144-148 (2011.6)
6	ユビキタスデバイスの防災応用	滝澤　修（NICT）、細川直史、柴山明寛（東北大）	情報通信研究機構季報	Vol.57, Nos.1/2, pp.129-145 (2011.6)

	題　　名	発　表　者　名	掲載誌名等	巻号
7	携帯電話端末による情報収集システム「イージー・レポータ」	鄭　炳表（NICT）他 2 名、座間信作	情報通信研究機構季報	Vol.57, Nos.1/2, pp.147-154 (2011.6)
8	リモートセンシングと技術試験衛星の連携による災害時被害予測と伝送に関する国際貢献の研究	鄭　炳表（NICT）他 3 名、細川直史、座間信作	情報通信研究機構季報	Vol.57, Nos.1/2, pp.167-179 (2011.6)
9	東日本大震災による危険物施設等の被害状況に係る緊急調査	西　晴樹	近代消防	7 月号 (No.606), pp.60-65 (2011.7)
10	2011 年東北地方太平洋沖地震における危険物施設等の被害調査	西　晴樹	火災	Vol.61, No.4 (通巻 313 号), pp.28-32 (2011.8)
11	平成 23 年度日本火災学会研究発表会の概要報告	尾川義雄	火災	Vol.61, No.4 (通巻 313 号), pp.43-46 (2011.8)
12	石油類タンク火災の泡消火効率に関する検討－泡性状の違いによる消火特性－	内藤浩由	消防研修	第 90 号, pp.269-273 (2011.9)
13	消防活動支援のための建物内火災シミュレーションの運用のあり方	阿部伸之	火災	Vol.61, No.5 (通巻 314 号), pp.35-40 (2011.10)
14	移送取扱所配管からの原油漏洩事故調査	西　晴樹	Safety & Tomorrow	No.140, pp.29-35 (2011.11)
15	震災時の化学物質貯蔵施設における漏洩対策(1)－地震による石油タンクからの漏洩被害	西　晴樹、座間信作	化学物質と環境（エコケミストリー研究会）	NO. 110 (2011.11)

	題　　名	発　表　者　名	掲載誌名等	巻号
16	レスキューロボットコンテストにおける特別共催と表彰	天野久徳	検定協会だより	第 371 号, pp.24-30 (2011.11)
17	東北地方太平洋沖地震での危険物施設の地震等被害	西　晴樹	安全工学	Vol.50, No.6 (東日本大震災特集号), pp.417-426 (2011.12)
18	別府市強風下延焼火災の調査　その 1 延焼状況・消防活動	杉井完治（京都市消防局)、篠原雅彦	火災	Vol.61, No.6 (通巻 315 号), pp.29-32 (2011.12)
19	The Disaster Caused by the 2011 Great East Japan Earthquake and Fire Fighting Operation by Japanese fire service	Masafumi Hosokawa	The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers(IEICE), Communications Society GLOBAL NEWSLETTER	Vol.35, No.4, pp.7-8 (2011.12)
20	東日本大震災の市街地広域火災について	田村裕之	近代消防	1 月号 (No.612), pp.58-65 (2012.1)
21	別府市強風下延焼火災の調査　その 2　火の粉の飛散状況	篠原雅彦、杉井完治(京都市消防局)、細川直史	火災	Vol.62, No.1 (通巻 316 号), pp.36-39 (2012.2)
22	一般住民を対象とした防災広報文章に関するアンケート調査	河関大祐、座間信作、高梨健一	火災	Vol.62, No.1 (通巻 316 号), pp.46-50 (2012.2)

	題　　名	発　表　者　名	掲載誌名等	巻号
23	醤油かすの酸欠事故と自然発火の危険性について	村沢直治（千葉科学大）、古積　博、岩田雄策、池田光美（苫小牧市消防本部）	安全工学	Vol.51, No.1, pp.35-40 (2012.2)
24	建物火災における煙伝播予測手法	阿部伸之	静電気学会誌	Vol.36, No.2, pp.96-101 (2012.3)
25	東北地方太平洋沖地震と危険物施設	座間信作	化学工学誌	Vol.76, No.3, pp.122-124 (2012.3)
26	再生資源燃料の熱的危険性とその評価方法	岩田雄策	SE（セイフティ・エンジニアリング）	第 39 巻第 1 号 (通巻 166 号), pp.21-25 (2012.3)
27	2011 年東北地方太平洋沖地震と地震動の特徴	座間信作	Safety & Tomorrow	No.142, pp.42-49 (2012.3)
28	東日本大震災における危険物施設の被害	西　晴樹	予防時報	249 号, pp.24-29 (2012.3)
29	危険物施設での静電気災害について	田村裕之	消防試験研究センターだより Voice.	No.317, pp.7-9 (2012.3)
30	Lessons learned from Accidents of Soy Sauce Squeezing Residue - Risks of Spontaneous Ignition and Oxygen Deficiency -	NAOHARU MURASAWA (Chiba Institute of Science), Hiroshi Koseki, Yusaku Iwata	Loss Prevention Bulletin	Vol.224, pp.14-17 (2012)

(4) 所外報告書

	題　　名	担当箇所	執筆者名	発行元	発行年月
1	「直下地震防災･減災特別プロジェクト」平成 22 年度報告書	3.4 広域的情報共有と応援体制の確立 3.4.2 広域連携体制の構築とその効果の検証	座間信作	文部科学省	2011
2	和歌山石油精製株式会社海南工場における危険物流出等の事故原因調査結果について		西　晴樹	海南市	2011
3	2011 年東日本大震災災害調査速報－平成 23 年東北地方太平洋沖地震および一連の地震災害調査－	東北地方の石油施設被害	西　晴樹	日本建築学会	2011.7
4	消防隊員用個人防火装備のあり方に関する検討会報告書	全編	若月　薫（共著）	消防庁消防救急課	2011.5
5	東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震･津波対策のあり方に係る検討報告書	参考資料 6 石油コンビナート地域等で観測された地震動の特徴	（畑山　健）	消防庁危険物保安室・特殊災害室	2011.12
6	リチウムイオン電池に係る危険物施設の安全対策のあり方に対する検討報告書		（塚目孝裕）	消防庁危険物保安室	2011.12
7	消防教科書 消防理化学・実験（共著）	第 5 章「実験」	塚目孝裕	全国消防協会	2012.3
8	平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震記録－危険物施設の被害状況－	第 1 章 平成 23 年(2011 年）東北地方太平洋沖地震 1.1 地震の概要と特徴	座間信作	危険物保安技術協会	2012.3
9	東日本大震災火災等調査報告書（速報版）2011 年 11 月	3-4 危険物施設等の地震及び津波被害	西　晴樹	日本火災学会東日本大震災調査委員会	2012.3

2　全国消防技術者会議

1.　はじめに

平成 23 年 10 月 20 日（木）から 21 日（金）の 2 日間にわたり、第 59 回全国消防技術者会議が、東京都港区虎ノ門のニッショーホールで開催された。この会議は、消防防災の科学技術に関する調査研究、機器の開発等の成果を発表し、消防職員や消防団員を始めとする消防関係者の意見交換の場として、昭和 28 年より毎年開催されているものである。平成 23 年は全国より、2 日間で延べ 781 人に及ぶ消防職員や消防関係者の参加を得て開催された。

会議 1 日目の午前には、開催にあたり松原美之消防研究センター所長の挨拶が行われた。その後、群馬大学大学院教授　片田敏孝氏（写真 1）による特別講演、また昼休みの時間を利用して、主に一般発表の展示発表が行われた。午後には、研究発表が行われた。

写真 1　片田氏による特別講演

会議 2 日目は午前に、同会場において「平成 23 年度消防防災機器の開発等、消防防災科学論文及び原因調査事例に関する消防庁長官表彰」の表彰式が執り行われた。表彰式では、久保信保消防庁長官（写真 2）によって式辞が述べられた後、受賞者に対して長官より表彰状と副賞の楯が手渡された。さらに、選考委員会副委員長である本間恭二電気通信大学名誉教授による講評があり、受賞者全員の記念写真撮影が行われた。

写真 2　久保消防庁長官の挨拶

表彰式終了後、午前中は「消防防災科学論文」の表彰作品の中から 3 作品の発表、午後からは「原因調査事例報告」の中から 6 作品の発表が行われた。その後、「消防防災科学技術研究推進制度」の中で実施された研究成果について、4 件の研究発表及び消防研究センターの研究報告が行われた。また、会議 2 日目の昼休みには、平成 23 年度消防庁長官表彰受賞作品の中から「消防防災機器等の開発・改良」及び「奨励賞」の展示発表が行われた。

2.　特別講演

1 日目の午前に、群馬大学大学院教授　片田敏孝氏から「想定外を生き抜く力 ～大津波から生き抜いた釜石市の児童・生徒の主体的行動に学ぶ～」と題して、ご講演をいただいた。講演内容は、東日本大震災の際、釜石市で小中学生たちが率先して大津波から避難した状況、その避難行動の原動力となった片田氏の釜石地区における 8 年間の津波防災教育についてご説明をいただいた。防災に深く関わる消防関係者にとってたいへん興味深く有用な内容であった。

3.　研究発表

会議 1 日目の午後に行われた安全対策についての発表（写真 3）では 5 件の発表があり、その中の住宅火災における死者数低減を目的に実施された、無炎燃焼時における一酸化炭素の発生及び拡散に関する燃焼実験に対して注目が集まっていた。また、消防車両の交通事故防止に有効な乗車員間のコミュニケーション醸成方策に関する研究や、残火処理活動現場等に存在する粉塵等の検証と防護方策なども関心を集めていた。

写真 3　会場内の様子

機器開発改良に関する研究発表では、4 件の発表が行われた。その中では、火災が発生する危険性のある機械器具等に対して、メーカーや販売代理店等の協力を得て、再発防止策が講じられた事案に関心が集まっていた。

セッション 3 の原因調査･消防戦術について、6 件の発表が行われ、放火火災の実態分析と放火火災を抑止させる方策についての研究発表に注目が集まっていた。

会議 2 日目の午前の表彰式の後､平成 23 年度消防庁長官表彰受賞作品「消防防災科学論文」として 3 作品の発表が行われた。ここでは、急速に普及が進んでいる住宅用太陽光発電システムが設置された建物火災の消防活動における感電等、様々な危険性とその対策について考察した作品に対して多くの方が興味を持ったようであった。

引き続き､平成 23 年度消防庁長官表彰受賞作品「原因調査事例」として 6 作品の発表が行われた。車両の衝突に起因する自動車用緊急保安炎筒からの出火を実験的に考察した事例報告、バーベキュー用の着火剤を使用した放火火災の増加に対応するために、出火箇所付近の焼残物中に着火剤が含まれているか否かを確認する方法を実験的考察した事例報告に注目が集まっていた。

その後､「消防防災科学技術研究推進制度」における研究の成果として「消防職員のストレスマネジメントシステムの開発と利用」､「圧縮空気泡を用いたアルミニウム火災の消火に関する研究」ほか計 4 件の研究成果の発表が行われた。

最後に消防研究センターから「消防研究センターにおける過去 5 年間の研究開発成果」と「2011 年東北地方太平洋沖地震による被害に関する消防の視点からの第一次調査結果について」の発表を行った。

4.　展示発表

全国消防技術者会議の昼休みを利用して、展示発表が行われる。会議 1 日目は、6 件の展示発表が行われた（写真 4)。消防活動用安全帯の改良を扱った作品が注目を集めていた。また、「消防防災科学技術研究推進制度」の研究成果から､「安全な消火活動のためのショアリング技術の開発」の展示発表が行われた。

写真 4　一般の展示発表の様子

会議 2 日目は、平成 23 年度消防庁長官表彰受賞作品「消防防災機器等の開発・改良」の中から 5 件の展示発表が行われた。廃品ホースを利用した傷病者運搬用の補助用具「つかみ帯」の展示発表に関心が集まっていた。

5. おわりに

会議終了後のアンケート調査では、多くの方から発表内容に関して意見が寄せられ、特別講演については 82%の方から、研究発表については 71%の方から大変興味深かったとの回答があった。

第 60 回全国消防技術者会議は、平成 24 年の同時期に開催する予定としている。アンケートに寄せられた意見を次回の会議の運営に反映させたいと考えている。

◆プログラム

第 1 日　10 月 20 日（木）

1　開会の辞

消防研究センター所長　松原美之

2　［特別講演］

想定外を生き抜く力 ～大津波から生き抜いた釜石市の児童･生徒の主体的行動に学ぶ～

群馬大学大学院教授　片田敏孝

3　展示発表 1

［一般発表］

(1) 消火栓の雨水排出のための三角バケツ作成

豊田市消防本部　荘田和也

(2) 搬送困難例における小型軽量胸骨圧迫心臓マッサージ機の開発について

福岡市消防局　山本寛明

(3) ストレッチャー上での胸骨圧迫を有効にするために

横浜市消防局　藤本賢司

(4) 救助活動用アンカーマットの開発について

愛知郡広域行政組合消防本部　渡瀬賢太

(5) 消防活動用安全帯の改良

愛知郡広域行政組合消防本部　藤田隆行

(6) 安全な消火活動のためのショアリング技術の開発

北九州市立大学　城戸將江

4　口頭発表 1

［セッション 1・安全対策］

(1) 残火処理活動現場等に存在する粉塵等の検証と防護方策（その 2）

東京消防庁　中西智宏

(2) 交通事故防止に有効なコミュニケーション醸成方策に関する検証

東京消防庁　新藤貴久、高井啓安
山口至孝、千葉　博

(3) 震災倒壊建物に対して安定化技術を導入した救出活動要領について

東京消防庁　今野利弘

(4) 無炎燃焼時における一酸化炭素の拡散に関する研究

横浜市消防局　藤馬千典
矢崎資源株式会社　藤本龍雄、名川良春
波多野博憲、望月　計

(5) 消防隊員の疲労度判定方法の検討について（その 2）

横浜市消防局　角津光憲、藤馬千典
池田盛雄、大場淳一
横浜国立大学　江成美沙、伊藤悠史
岡　泰資、栗山幸久

［セッション 2・機器開発改良］

(1) 火災調査結果に基づく出火防止対策

東京消防庁　森尻　宏、猿渡正樹
鈴木健司、堀内末月

(2) 21 型ノズルとガンタイプノズルを併用できる定流量器の検証

東京消防庁　持田春人、徳永敦司
渡邉茂男

(3) 新たな消防資機材の装備と検証〔消火栓自己圧力による給水〕
横浜市消防局　池田盛雄
(4) より迅速安全な応急はしご
大垣消防組合消防本部　後藤洋志

［セッション 3・原因調査、消防戦術］
(1) ペットボトルが太陽光を収束し発生した収れん火災
東京消防庁　廣田　勲
(2) 飲食店舗の消毒用エタノールに引火した火災事例
北九州市消防局　髙艸嘉文
(3) 可搬式消防ポンプの燃料連続漏洩を要因とした火災事例
横浜市消防局　倉林義一
(4) 小屋裏等への放水による散水状況の把握について
東京消防庁　根本昌平、木田哲夫
渡邉茂男
(5) 水面上を漂う微量油分の分析方法の検証
東京消防庁　黒田裕司
(6) 放火からみた火災の実態
東京消防庁　河西進一

第 2 日　10 月 21 日（金）

1　平成 23 年度消防防災機器の開発等、消防防災科学論文及び原因調査事例に関する消防庁長官表彰　表彰式

2　口頭発表 2
［セッション 4・平成 23 年度消防庁長官表彰作品：消防防科学論文］
(1) 住宅用太陽光発電システムが設置された建物火災の消防活動について
東京消防庁　小室　修
(2) ヘリコプター空中散水による市街地火災時の延焼遅延効果に関する研究
東京消防庁　富塚伸一郎
(3) 電線延焼現象に対する理論予測法の提案
北海道大学大学院　中村祐二、東谷圭祐
巖上純也

3　展示発表 2
［平成 23 年度消防庁長官表彰作品：消防防災機器等の開発・改良］
(1) 小型移動式地震体験装置の製作について
生駒市消防本部　後藤裕一
(2) つかみ帯
呉市消防局　奥迫正康、深谷悠平
(3) 水難検索棒の試作について
京都市消防局　本山友宏、松尾吉祐
林田昌幸、児玉真一
日髙敦雄、登島康介
(4) ポータブルな体幹装着型遠隔超音波診断システムの世界初の具現化に向けた改良と移動体搬送下における診断試験結果の報告
早稲田大学大学院　伊藤慶一郎、鶴田功一
横浜市立大学附属病院　中村京太
横須賀市立市民病院　竹内良平
早稲田大学　菅野重樹、岩田浩康
(5) 心肺蘇生中の心電図解析に基づく抽出波形の早期認知システムの開発、および検証
杏林大学　山口芳裕、宮内　洋
徳島大学大学院　大屋英稔
株式会社 CAE ソリューションズ
桐岡　茂、岡井貴之
(6) ストレッチャー・スノー・アタッチメント（SSA）の開発
富良野広域連合消防本部　赤平正淑
水越敦之、八木洋幸
(7) カーナビを活用した消防水利情報表示システムの開発
四日市市消防団　加藤芳男
(8) 傾斜感知警報器
東近江行政組合消防本部　西川義起

4　口頭発表 3

［セッション 5・平成 23 年度消防庁長官表彰作品：原因調査事例］

(1) 差込みコネクターからの出火メカニズムと再発防止対策

静岡市消防局　林大二郎、池田嘉典
杉村全紀、池田　一、平井裕己

(2) オルタネーターから出火した車両火災について

福岡市消防局　石川理一郎

(3) 自動車用緊急保安炎筒からの出火事例

大阪市消防局　菊池栄祐

(4) 着火剤（メタノール）の検知方法に関する一考案

大阪市消防局予防部予防課（調査鑑識）

(5) 防爆型照明器具の地絡による爆発火災について

鹿島地方事務組合消防本部　荒沼　健
錦織誠司

(6) IH クッキングヒーターに起因する火災について

枚方寝屋川消防組合消防本部　西中宗弘

［セッション 6・消防防災科学技術研究推進制度研究成果報告］

(1) 消防職員のストレスマネジメントシステムの開発と利用

筑波大学　松井　豊、兪　善英
名城大学　畑中美穂
株式会社エフビーアイ　服部文憲
厚木市消防本部　小宮　茂

(2) 火災旋風の発生予測ソフトウェアの開発

山形大学大学院　桑名一徳

(3) 災害時の倒壊構造物の安定化のためのショアリング基本構造の理論的検討

山形大学　森本卓也
豊橋技術科学大学　足立忠晴、樋口理宏

(4) 圧縮空気泡を用いたアルミニウム火災の消火に関する研究

株式会社モリタホールディングス
山野光一、廖　赤虹、近藤伸一
松島至俊、坂本直久
東近江行政組合消防本部　松下孝志
神田　聡
消防研究センター　佐宗祐子
消防庁　内藤浩由

［セッション 7・消防研究センター研究報告］

(1) 消防研究センターにおける過去 5 年間の研究開発成果

消防研究センター　天野久徳

(2) 2011 年東北地方太平洋沖地震による被害に関する消防の視点からの第一次調査結果について

消防研究センター　座間信作

5　閉会の辞

消防研究センター研究統括官　山田　實

3　消防防災研究講演会

消防防災研究講演会は、消防防災に関する消防研究センターにおける研究成果及び時宜にかなったトピックス等をまとまった形で公開の場で発表し、あわせて、参加者と議論する場として平成 9 年度より始められたもので、今回で 15 回目となる。研究講演会の主たる目的は、特定の課題に関係する専門的な知識を有する技術者及び研究者との議論を通じて、消防防災に関する解決策を模索し、その糸口を見いだすことであるが、併せてこれらの議論を踏まえ、将来に向けた研究計画の糧を得ることへの利用も期待されている。

平成 23 年度、第 15 回消防防災研究講演会は「消防の視点からみた東北地方太平洋沖地震」のテーマで下記のように開催された。

平成 24 年 1 月 27 日（金）、消防研究センターにおいて「消防の視点からみた東北地方太平洋沖地震」と題した第 15 回消防防災研究講演会が開催され、225 名（内訳：消防機関 162、企業 30、団体 10、官公庁 16、その他 7）もの方々が来聴された（写真 1）。2011 年 3 月 11 日に発生した「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」は、その規模が M9.0 という我が国の観測史上最大の地震であり、極めて大きな津波を伴い、各地に甚大な被害をもたらした。

消防研究センターでは、この未曾有の巨大地震がもたらした様々な被害のうち、特に①火災、②危険物施設に係る被害及び③消防活動への影響を後世に残すべく、3 月 23 日から現地調査を行ってきた。その結果は第一報として、調査報告書にまとめられている。（消防研究センターホームページ参照　http://www.fri.go.jp/cgi-bin/hp/index.cgi?ac1=JPP1&ac2=45&ac3=759=&Page=hpd_view）。

本講演会では、その内容とその後の分析等について、以下の報告がなされた。

① 津波に起因する火災：

消防庁によれば、286 件の火災が発生しているが、そのうち津波が関係すると思われる火災はほぼ半数で、これほど多くの津波火災が確認されたのはおそらく世界でも初めてのことと思われる。その中から主な延焼火災の特徴等についての報告がなされた。

② 危険物施設に係る被害：

津波、長周期地震動、地盤変状による被害が広域にわたって生じた。これら被害の全体像、長周期地震動、津波による各被害の特徴及びコンビナート火災の状況について、それぞれ報告された。

③ 消防活動への影響に関する調査結果の報告:

津波が迫る中での活動中に多くの消防職団員が殉職された。また、施設、装備なども被災し、後の消防活動に大きな影響を与えた。これら広域・甚大な被害に対して、全国から緊急消防援助隊が駆けつけ、消火、救急、救助活動を展開した。これらの実態について報告された。

④ 特別講演：

関西学院大学　室崎益輝教授（元消防研究センター所長）に「震災と消防」と題して、このような未曾有の地震災害を前に立ち向かう消防のあり方等についてご講演をいただいた。

この講演会には、定員（約 200 名）を大幅に上回るお申し込みをいただき、多くの方々に聴講をお断りせざるを得ない状況となったことから、平成 24 年 3 月 15 日（木）、東京都墨田区京島の曳舟文化センターにおいて「消防の視点か

らみた東北地方太平洋沖地震」と題した第 15 回消防防災研究講演会（特別開催）を追加開催し（写真 2）、420 名（内訳：消防機関 239、企業 123、団体 27、官公庁 23、その他 8）もの方々の参加を得た（1 月 27 日開催と合わせると 645 名）。講演内容は、平成 24 年 1 月 27 日（金）と同じ構成とした。

聴講者からいただいたアンケートでは、1 月 27 日開催と合わせると回答者 318 名のうち 292 名（92%）の方々が有意義と回答された。

具体例（原文どおり）を挙げると、

・東日本大震災における津波と原発事故は記憶に残っているが、あらためて火災の大きさ、件数の多さを認識することができました（民間企業）。
・東日本大震災時の危険物施設に係る災害について、広く知ることができ、また、調査した生の声を聞くことができ、大変有意義であった（消防関連団体）。
・各都道府県や各市町村で防災（震災）計画の見直しを行っているところだと思う。その際に有益な事柄がたくさんあったので参考にしたい（消防職・団員）。

など、本講演会が今後その発生が逼迫しているとされている首都直下地震、南海トラフ沿いの巨大地震等への対応を考える一助になったものと考えている。

一方で、講演内容についての今後の希望に関するアンケート回答（原文のまま）では、

・研究センターの研究を消防機関でも施策や規定へ反映できればと考えています。更なる情報公開や消防吏員、機関に対する提言等がありましたらよろしくお願いいたします（消防職員・団員）。
・直接災害現場に出向いての調査結果は大変貴重なもの。有効な解析・検討を期待したい（民間企業）。
・津波火災の発生メカニズムについての研究成果を期待します（民間企業）。
・火災・コンビナート・津波についての調査結果はとても参考になりました。しかし、その結果から今後の震災にどのように反映されるかが課題だと思いました（消防職員・団員）。

など、調査結果の紹介にとどまらず、そこから何が言えるのか、そして対策としてはどのようなことが考えられるか、更なる検討を期待するご意見を賜った。

消防研究センターでは、今般の地震被害については、先ず何が起こったのかをきちんと後世に残すことを主として調査をしてきた。まだ全容把握に至っていないところもあるが、今後は貴重なご意見にしっかりと応えられるよう調査研究を実施していきたいと考えている。

配布資料は以下から入手できます。

http://www.fri.go.jp/cgi-bin/hp/index.cgi?ac1=JPP1&ac2=45&ac3=765&Page=hpd_view　第 15 回消防防災研究講演会資料 [PDF 15.9MB]

なお、調査に当たり、多くの被災地消防機関等の方々に大変お世話になりました。ここに記して謝意を表します。

末筆ながら、消防職団員を含む多くの亡くなられた方々に対し、心よりご冥福をお祈りするとともに、被災された方々に対しお見舞い申し上げます。

写真 1　講演会（平成 24 年 1 月 27 日）の様子（消防研究センターにおいて）

写真 2　講演会（特別開催　平成 24 年 3 月 15 日）の様子（墨田区曳舟文化センターにおいて）

表 1　プログラム

消防の視点からみた東北地方太平洋沖地震	
◇開会挨拶	消防研究センター所長　松原美之
◇趣旨説明	消防研究センター　座間信作
【地震火災】	
(1) 東日本大震災における火災調査の概要	消防研究センター　田村裕之
(2) 気仙沼での火災について	消防研究センター　篠原雅彦
(3) 津波火災の地域特性	東京大学大学院　山田常圭
【危険物施設被害】	
(4) 東日本大震災を踏まえた危険物施設の地震・津波対策	消防庁危険物保安室　鈴木康幸
(5) 石油タンクのスロッシングによる被害	消防研究センター　座間信作
(6) 石油タンクの津波被害について	消防研究センター　畑山　健
(7) コンビナート火災について	消防研究センター　西　晴樹
【消防活動】	
(8) 津波地震に対する消防活動計画と実際	消防研究センター　新井場公徳
(9) 消防活動阻害要因としての被害	消防研究センター　細川直史
(10) 緊急消防援助隊の活動について	消防庁応急対策室　石山英顕
【特別講演】	
震災と消防	関西学院大学　室﨑益輝
◇閉会挨拶	消防研究センター研究統括官　山田　實

※特別開催のプログラムでは、(8)と(9)が入れ換わりました。

4　消防防災機器の開発等、消防防災科学論文及び原因調査事例に関する消防庁長官表彰

平成 23 年度消防防災機器の開発等､消防防災科学論文及び原因調査事例に関する消防庁長官表彰式が、平成 23 年 10 月 21 日にニッショーホール（東京）において挙行された。本表彰制度は、消防科学・技術の高度化と消防防災活動の活性化に寄与することを目的として、平成 9 年度から実施されているもので、消防庁と消防研究センターの共催で行われ、今回で 15 回目となる。

平成 23 年度は、全国の消防機関、消防機器メーカー等から総計 65 編（機器の開発・改良 42 編、科学論文 15 編、原因調査事例 8 編）の応募があった。学識経験者及び関係行政機関並びに関係団体を代表する者からなる表彰選考委員会（委員長：亀井浅道 元横浜国立大学特任教授）による厳正な審査の結果、以下 17 編の入選作品（優秀賞：14 編、奨励賞：3 編）が決定された。

入選作品

1　優秀賞（14 編）

【消防職員・消防団員等による消防防災機器の開発・改良】　3 編

(1)　小型移動式地震体験装置の製作について

生駒市消防本部　後藤裕一

(2)　つかみ帯

呉市消防局　奥迫正康、深谷悠平

(3)　水難検索棒の試作について

京都市消防局　本山友宏、松尾吉祐、林田昌幸、児玉真一、日髙敦雄、登島康介

【消防職員・消防団員等による消防防災科学論文】　2 編

(1)　住宅用太陽光発電システムが設置された建物火災の消防活動について

東京消防庁　小室　修

(2)　ヘリコプター空中散水による市街地火災時の延焼遅延効果に関する研究

東京消防庁　富塚伸一郎

【一般による消防防災機器の開発・改良】　2 編

(1)　ポータブルな体幹装着型遠隔超音波診断システムの世界初の具現化に向けた改良と移動体搬送下における診断試験結果の報告

早稲田大学大学院　伊藤慶一郎、鶴田功一
横浜市立大学附属病院　中村京太
横須賀市立市民病院　竹内良平
早稲田大学　菅野重樹、岩田浩康

(2)　心肺蘇生中の心電図解析に基づく抽出波形の早期認知システムの開発、および検証

杏林大学　山口芳裕、宮内　洋

徳島大学大学院　大屋英稔
株式会社 CAE ソリューションズ　桐岡　茂、岡井貴之

【一般による消防防災科学論文】　1 編

(1)　電線延焼現象に対する理論予測法の提案

北海道大学大学院　中村祐二、東谷圭祐、巖上純也

【消防職員による原因調査事例】　6 編

(1)　差込みコネクターからの出火メカニズムと再発防止対策

静岡市消防局　林大二郎、池田嘉典、杉村全紀、池田　一、平井裕己

(2)　オルタネーターから出火した車両火災について

福岡市消防局　石川理一郎

(3)　自動車用緊急保安炎筒からの出火事例

大阪市消防局　菊池栄祐

(4)　着火剤（メタノール）の検知方法に関する一考察

大阪市消防局予防部予防課（調査鑑識）

(5)　防爆型照明器具の地絡による爆発火災について

鹿島地方事務組合消防本部　荒沼　健、錦織誠司

(6)　IH クッキングヒーターに起因する火災について

枚方寝屋川消防組合消防本部　西中宗弘

2　奨励賞（3 編）

(1)　ストレッチャー・スノー・アタッチメント（SSA）の開発

富良野広域連合消防本部　赤平正淑、水越敦之、八木洋幸

(2)　カーナビを活用した消防水利情報表示システムの開発

四日市市消防団　加藤芳男

(3)　傾斜感知警報器

東近江行政組合消防本部　西川義起

平成 23 年度　優秀賞　消防職員・消防団員等による消防防災機器の開発・改良

小型移動式地震体験装置の製作について

生駒市消防本部
後藤裕一

1. 製作にあたって

近年、国内を含め世界各地で大規模な災害が発生し、甚大な被害をもたらしています。我が国では 1923 年 9 月 1 日に関東大震災が発生し、この被害と教訓から 9 月 1 日を防災の日と制定され「防災の日」を含む 1 週間を防災週間として、さまざまな国民運動が行われています。

関東大震災以降 3 月 11 日に発生した東日本大震災までの間 12 回の大きい地震が発生し､特に東日本大震災では約 3 万人近い死者と行方不明者を出し､現在も捜索と復旧が行われています。また、近く発生すると言われている南海地震に備え、防災教育が重要視されています。

地震に対する備えや地震体験学習は、防災教育の中で重要視され、大都市では市民防災センターをはじめ起震車等を導入し、地震体験することで、よりリアルに災害を体験し、知識を学べるよう盛んに市民防災活動に取り組まれています。

しかし、小さな市町村や全ての消防本部に防災センターや起震車があるわけではありません。災害の少ない市町村では防災教育や地震の備え、防災啓発が衰退しているのが現状ではないでしょうか。

消防力の大小にかかわらず、防災指導に格差が生じてはいけません。小さい消防署でも、いつでも、どこででも要望とチャンスがあれば地震体験ができ、防災啓発ができるよう小型で、安全で、高性能で、移動が容易である小型移動式地震体験装置を開発・製作したものです。

2. 概要

防災センターに常設してある地震体験装置や起震車は大変高価なもので、そのほとんどが府県単位で保有しており、簡単に購入配備できるものではありません。現在、奈良県で保有している起震車も対応年数が過ぎており、老朽化が進み性能が低下しています。起震車は数千万円もするため、更新のめどもなく、また、起震車の移動や配置転換に時間がかかりすぎてしまいます。

起震車は車両として強制保険、検査（車検）・法定点検等の経費がかかり、この財政難のおりに導入することは、各自治体とも困難となってきています。

このことから、車両でも常設でもなく小型軽量組み立て式で車両積載が可能で、性能も高価な起震車に劣ることなく安全で安価な起震装置を考案し、製作したものであります。

製作にあたっては、使用していない農業機械の脱穀機ハーベスターのエンジンと変速機その他の部品を使用して駆動させ、独自で考案した揺れを自在に変える可変駆動シャフト（図 2）を製作し、フレームに取り付けて小型移動式地震体験装置を製作完成したものであります。(写真 3)

3. 利点

(1) 安価に製作できる。

(2) 起震車 1 台を購入する価格で 10 台程度の配備が可能で、各消防本部で地震体験学習を実施できる。

(3) 小型軽量コンパクトであるが、大人 4 人、子どもでは 6 人体験できる。
(4) 軽自動車での積載移動が可能である。
(5) 開発した可変装置で震度 1 から震度 7 強まで可動し、阪神淡路大震災の横揺れ 17cm を再現できる。
(6) 起震車と違い税金（重量税）、強制保険、検査（車検）、法定点検の必要がないので、維持に費用がかからない。
(7) 簡単な構造であるため、故障が少ない。
(8) エンジン駆動とモーター駆動が選択でき、屋内使用が可能である。
(9) 床面までの地上高が 44cm であるため、従来の起震車のように転落の心配が少なく、幼児や高齢者でも容易に地震体験ができる。
(10) 手動クラッチ操作により、様々な強弱動作を行える。
(11) 設置組み立てに 1 人で約 7～8 分でできる。
(12) 起震車より対応年数が長い。
(13) 保管に場所を取らない。
(14) 実際に使用して、費用対効果が充分に得られている。
(15) 動力伝達機構が機械式であるため、起震車の油圧式に比べてメンテナンスが容易である。

4. 仕様

駆動方式	ガソリンエンジン・リコイルスターター
出　　力	5 馬力
回 転 数	1,800 回転
起動方式	クランク機械式
伝達方式	ベルト式クラッチ
重　　量	250kg
構　　造	三分割　組み立て式
震　　度	震度 1～7 強、自動可変式、最大揺れ幅 17cm
寸　　法	全長 2,780mm、全幅 1,080mm、全高 2,340mm
付 属 品	椅子、テーブル、震度計、棚

5. まとめ

防災啓発は消防業務として重要であり、各消防本部とも真剣に取り組まれています。今回、開発した小型移動式地震体験装置は地震体験学習を実施するうえで、高価な起震車の性能に劣ることなく大都市消防の啓発活動と同様に活動できます。

現在では、実際に小学生児童や幼稚園児等の子ども体験学習に使用しており、教職員をはじめ児童から「良い体験ができた。」と感想をいただいています。今後も引き続き自主防災会等を通じ、機会あるごと体験学習を実施し、市民の防災学習の向上に寄与できるものと確信しています。（写真 1、写真 2）

写真 1　幼稚園の教員を乗せて地震体験学習を実施している状況

写真 2　幼稚園児の地震体験学習を実施している状況

写真 3　組み立て完了正面写真

写真 6　フレーム完成写真

写真 4　組み立て完了横面写真

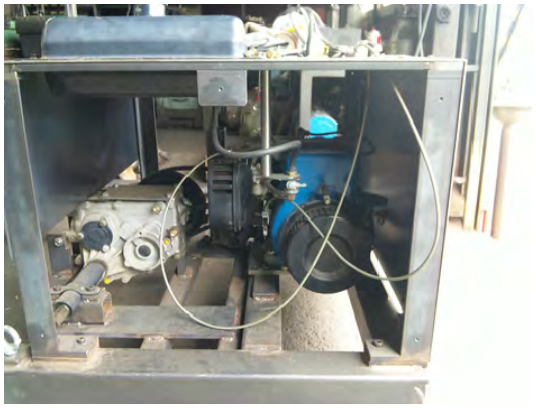


写真 7　エンジンと変速機を積載した状況

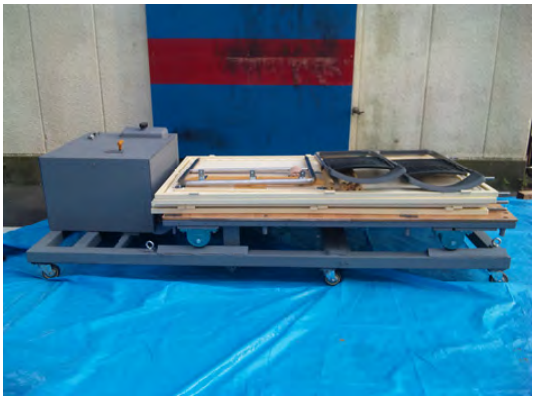


写真 5　壁体、机、椅子、手すり、テーブル収納写真

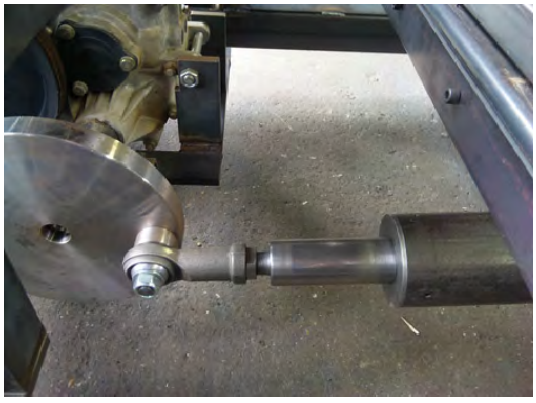


写真 8　駆動クランクと可変シャフトを取り付けた状況

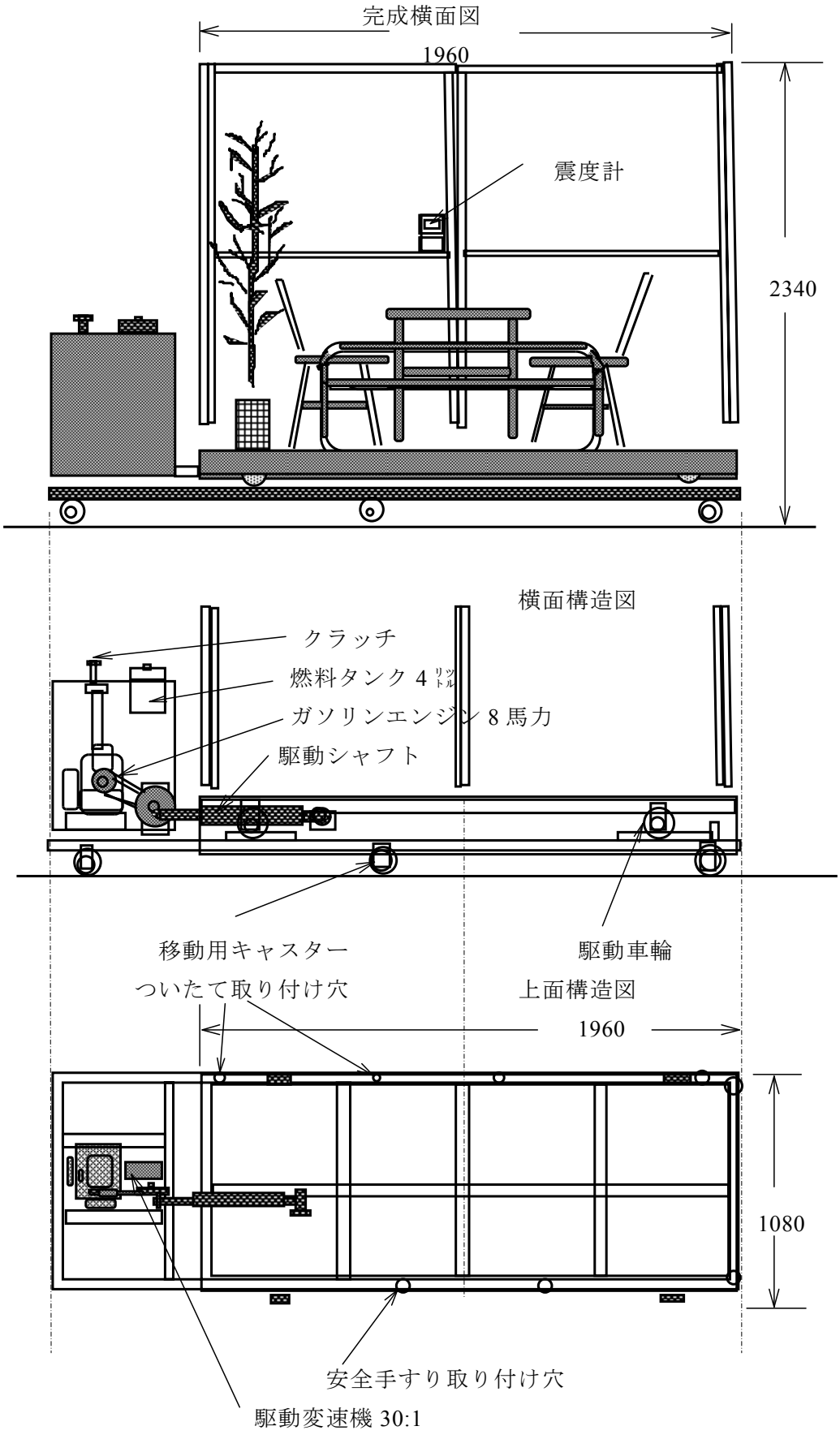

完成横面図
1960
震度計
2340
横面構造図
クラッチ
燃料タンク 4 リットル
ガソリンエンジン 8 馬力
駆動シャフト
移動用キャスター
ついたて取り付け穴
駆動車輪
上面構造図
1960
1080
安全手すり取り付け穴
駆動変速機 30:1

図 1　小型起震装置

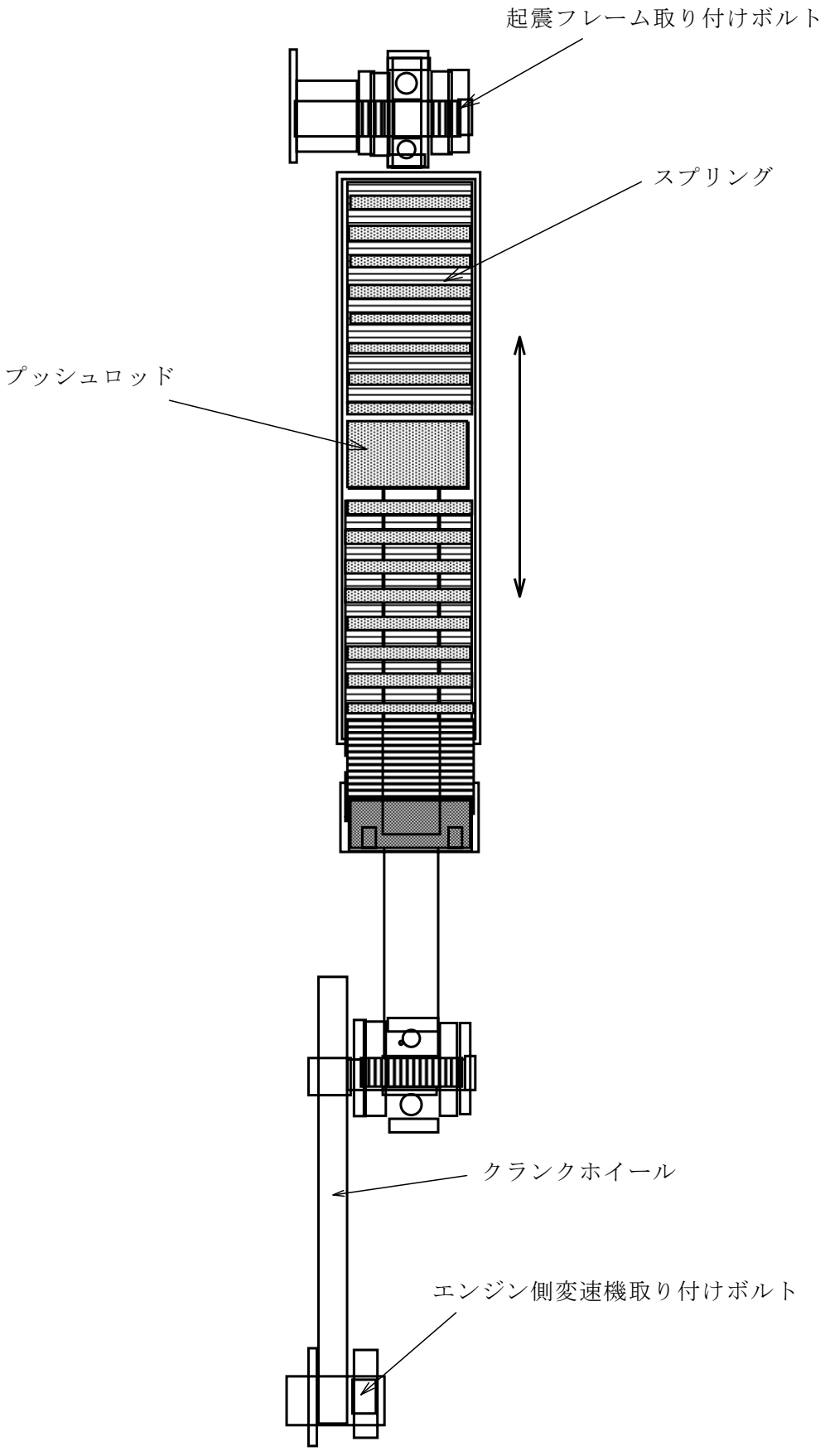


図 2　可変駆動シャフト構造図

平成 23 年度　優秀賞　消防職員・消防団員等による消防防災機器の開発・改良

つかみ帯

呉市消防局
奥迫正康、深谷悠平

1. はじめに

消防職員の高齢化に伴う体力低下は、どの消防本部においても、消防活動上の重要な対策課題の一つであります。

私達が勤務する消防本部は、海と山に囲まれたすり鉢状の地形をしていることから（写真 1 参照）急傾斜地に住宅が建ち並び、救急活動時における傷病者の搬送では、長い階段（写真 2 参照）や細く急な坂道をスクープストレッチャーで長時間搬送したり、傷病者を背負い余儀なく搬送することも多々あり、職員の身体に大きな負荷がかかります。

このように消防職員の高齢化に伴う体力低下や、傷病者搬送における職員にかかる身体負荷を克服するために、何かできないかと考えついたのがこの「つかみ帯」です。

2. 製作及び構造

廃品ホースを使用し（写真 3 参照）製作したいつかみ帯の長さに合わせてホースを（写真 4 参照）切断します。

外形 16cm の円に 8.5cm の円を切り除いたものを左右 2 つ作り、それを 8.5cm の径で帯状に連結させ、これで完成です。（写真 5 参照）

今回試作品として、全長 40cm・50cm・60cm のものを 3 種製作しました。（写真 6 参照）

通常使用にあたっては､50cm 前後のものが適当と思われます。

構造は、ホースを使用しているため表面は、布製で（写真 7 参照）比較的滑りやすく、裏面は、ゴム製（写真 8 参照）となっており滑りにくくなっています。

また、強度があり、切断実験においては、重さ 100kg まで耐えたのでそれ以上あると考えられます。

使用にあたり、強度不足と思われる際には、二枚（写真 9 参照）・三枚と重ねて使用することにより、強度が上がっていきます。

3. 特長（機能）

(1) 職員の疲労の軽減（写真 10、11 参照）

つかみ帯とベルトに金属製のバックルを着けることにより、搬送時における職員の体力消耗を軽減できます。

(2) 浴槽内からの傷病者の救出（写真 12、13 参照）

ホースの特性を利用し滑りにくいゴム面を使用して、滑りやすく浴槽から出しにくい傷病者を容易に救出できます。

(3) 腰痛予防（写真 14、15、16、17 参照）

傷病者を浴槽内から出したり、階段をスクープストレッチャーなどで下ろす際、無理な体勢とならず、職員の腰痛予防をすることができます。

(4) 傷病者の両手・脱落防止（写真 18、19 参照）

意識のない傷病者を搬送する際、手がストレッチャーから脱落し負傷したり、搬送時の妨げにならず、迅速な搬送が可能となります。

(5) 簡易担架（写真 20、21 参照）

搬送手段が何もないとき、長さの違うつかみ帯を二重にして使用し、傷病者を搬送すること

ができます。

(6)　傷病者の安全の確保（写真 22、23 参照）

つかみ帯を巻き、スクープストレッチャーで搬送する際、職員の体力消耗やアクシデントによりたとえ手が離れたとしても、傷病者を転落させる虞がありません。

傷病者を背負う際、つかみ帯を使用することにより密着度が増し、負担なく安定して傷病者を搬送することができます。

(7)　職員の安全の確保（写真 24、25 参照）

山火事などでは、つかみ帯を搬送する器具等に巻き付け、金属製のバックルやベルトに直接通すことにより、両手を使用することが可能となり、職員の安全の確保ができます。

(8)　ロープの摩擦防止（写真 26、27 参照）

ロープの通過部分に使用し、摩擦・切断等を防止することができます。

(9)　ホースの脱落防止（写真 28 参照）

梯子を使用し屋内進入する際、ホースの脱落防止として使用することができます。

(10)　ホースの破口簡易予防（写真 29 参照）

ホースの破口部分を塞ぐことにより、一時的に水の飛散を防ぐことができます。

(11)　エコ

廃品のホースを使用することにより、安価に製作することができます。

4.　終わりに

廃品のホースを使用することにより、安価に制作することができエコです。

消防職員の高齢化に伴う体力低下や傷病者搬送時における職員にかかる身体負荷を克服することができるため、事故防止につながり、職員の安全の確保のみならず、傷病者の安全の確保もできます。

とても単純な構造にも関わらず、使用用途はたくさんあり、救急・警防面等いろいろな場所で使用することができ、各職員のポケットにそっと忍ばせておくだけで、いざというときに使用することができ、頼もしい存在になることと信じ、この「つかみ帯」が、これからの災害活動時における一層の安全性の向上と効率的な活動に役立てばと考えます。

1　すり鉢状の地形

2　長い階段・細い路地

3　廃品ホース

4　長さに合わせ切断

5　つかみ帯（完成）

6　3 種類製作

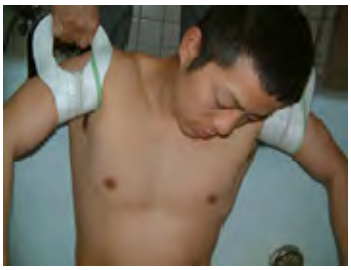
7　表面～布製

8　裏面～ゴム製

9　二枚重ね

10　金属製のバックル

11　つかみ帯とバックル

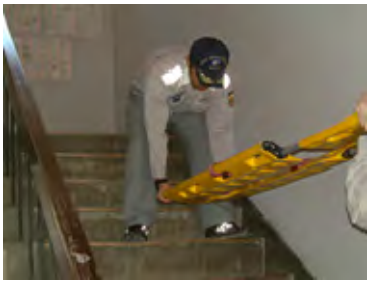


12　つかみ帯～上肢側

13　つかみ帯～下肢側

14　浴槽～無理な姿勢

15　つかみ帯～上肢側



16　階段～無理な姿勢

17　階段～負担無し

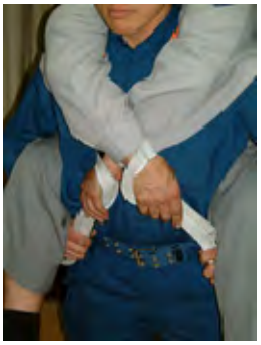
18　両手脱落防止

19　両手脱落防止

20 簡易担架～3 種（二枚重ね）

21　簡易担架～搬送

22　患者の安全の確保（落下防止）



23　患者の安全の確保

24　両手使用可能（バックル）

25　両手使用可能（ベルト）

26　ロープ摩擦防止

27　ロープ摩擦防止

28　ホースの脱落防止

29　破口～簡易予防

平成 23 年度　優秀賞　消防職員・消防団員等による消防防災機器の開発・改良

水難検索棒の試作について

京都市消防局
本山友宏、松尾吉祐、林田昌幸、児玉真一、日髙敦雄、登島康介

第 1.　はじめに

当市では、平成 20 年の一年間で 540 件の救助事故が発生しており、うち水難事故は 29 件であった。その発生率は救助事故全体の約 5 パーセントを占めており、年々増加する傾向にある。

水難事故現場においては、低い透明度による視界不良、急流域での活動及び低水温による体温の低下（特に活動が長時間に及んだ場合）等で、潜水隊員には肉体的、精神的に大きな負担がかかる。そこで、潜水隊員にかかる負担を軽減し、安全を確保した効率の良い水中検索活動が行えるように、水難検索棒（以下、「検索棒」という。）の試作に取り組んだ。

第 2.　河川の状況に応じた検索棒の必要性について

当隊の管轄地域を流れる河川（一級河川）は、流路延長 75.1km、流域面積 8,240km^2、最大深度 9m、川幅が広いところで 50m 以上あり、蛇行の多い河川である。場所によって河川流速の変化が著しく、水難事故が発生した場合、早期発見ができなければ大量の部隊を投入しての長時間活動を余儀なくされる。それにともない、潜水隊員個人にかかる負担も大きくなる。平成 17 年から同 21 年までの 5 年間、管轄流域においては 23 件の水難事故が発生したが、要救助者の発見ポイントは特定の場所に集中し、救出に至ったのは 9 件であった。経験上、障害物が集中している水底付近及び「エディ」と呼ばれる反転流の発生している澱み付近を重点的に検索することが要救助者の早期発見に繋がると推測できるが、次に述べるように、これまでの検索方法では、隊員の負担が大きく、安全確保にも問題があった。

第 3.　これまでの検索方法とその問題点

水中における検索方法は、主に 3 つに大別される。環状検索の場合は、アンカーのロープ（以下「錘索」という。）に、ジャックスティ検索の場合は第 1 アンカーと第 2 アンカーの間の基導索（以下「基導索」という。）に、それぞれ検索ロープをカラビナ等で掛けて検索を実施している。また、えい航検索では、えい航するロープを潜水隊員が保持し、検索を実施している。

これらの検索方法における問題点を次に掲げる。

1　環状検索時の錘索、ジャックスティ検索時の基導索に掛けた検索ロープでの検索及びえい航検索時のロープでの検索では、検索姿勢の安定性を欠き、検索範囲も明確にできない。
2　河川の透明度が低い場合、環状検索等ではペアである潜水隊員や検索ロープが視認できず、潜水隊員相互の位置関係もわからない不安な状況で検索を実施しなければならない。
3　環状検索等において水中ライトやゲージコンパスが必要な場合、検索ロープと同時に保持しなければならず、このような状況についても潜水隊員にとっては負担となる。
4　えい航検索時に要救助者を発見した場合には、検索ロープを持ちながらもう一方の手で要救助者を抱きかかえなければならないため、大きな負担となる。また、水上監視員と

潜水隊員との意志の疎通をロープによる合図により行うが、うまく伝わらない場合もあるため、要救助者発見の合図や引き揚げるタイミングを失う可能性もある。

5　川幅の狭い河川等で、両岸にロープを渡し、同ロープを潜水隊員が持ち、両岸のロープ確保員が下流へ移動しながら検索する場合、流れなどにより均等に検索できず、また、潜水隊員相互の位置調整を行うため、必要以上の体力を消耗するなどの問題が生じる。

第 4.　試作品について

1　試作ポイント

上記の問題点を踏まえ、これまでの検索ロープ等に代わる検索棒を試作するにあたり、どのような形状等がよいのかについて検討した。必要と考えられる要件は、次のとおりである。

(1) 1 隊（潜水隊員　最大 4 名）での活動を基本として試作する。

(2) 検索棒は、強固な構造とする。

(3) 検索姿勢の安定性と検索範囲の明確化を図れることとする。

(4) 潜水隊員の位置を把握できることとする。

(5) 水中ライト及び小型コンパスを検索棒に設定できるようにする。

(6) 検索棒にテープスリングを設定し、要救助者を確実に確保できるようにする。

(7) えい航検索時、確保ロープに水中カメラを設定することにより、従来から行っているロープ振動による合図の伝達に加え、映像による合図を加えることによって、確実性を向上させるようにする。また、これにより、潜水隊員の活動状況を水上監視員が常に把握できるようにする。

2　試作品の構造等

(1)　構造及び材質（図 1、2、3 参照）

ア　バー部分、ジョイント部分及びフック部分で構成され、各部分は、ねじ込み固定する方法とし、結合部が検索時に折れない構造とした。

イ　バーの本数を組み替えることにより、長さの調節ができるようにした。

ウ　バー部分の材質は、錆びないステンレス製とした。

エ　バー部分には、水中の視認性をよくするため、発光塗料を塗装し、塗装の保護及びグリップ力を高めるため、透明のチューブカバーを施した。

(2)　付属部品（図 2 参照）

水中ライトを検索棒に設定し、更に、えい航検索時、水中カメラを確保ロープに設定するための固定金具とゲージに代わる小型コンパスを付属部品として用意した。

(3)　強度等

ア　強度

バー部分はステンレス製パイプ（直径 2.1 センチメートル）とし、両手の 2 点で保持した場合、1 メートルあたり約 670 キログラムの強度がある。フック部分は、約 220 キログラムの使用荷重に耐えられるものである。

イ　重量

バー1 本の重量は 1.3 キログラムで、同重量により水中での検索姿勢の安定性をさらに高めることができるものである。

(4)　使用方法

ア　組み替え方法

（ア）環状検索及びジャックスティ検索時（図 5 参照）

潜水隊員 2 名の場合、2 本のバーの中央に T 字フック、両端にフックを結合し、一方のフックに掛けたカラビナを錘索や基導索に掛けて使用する。

（イ）流速が速い場合のえい航検索時（図 6 参照）

上記（ア）と同様の結合方法で、中央の T 字フック及び両端のフックの 3 点をテープスリング及びロープで確保し、潜水隊員の足が下流側へ向くように態勢をとり、ボート及び岸からエ

ントリーする。

（ウ）流速が遅い場合のえい航検索時（図 7 参照）

上記（ア）と同様の結合方法で、中央の T 字フック 1 点をロープで確保し、潜水隊員の頭が下流側へ向くように態勢をとり、ボート及び岸からエントリーする。

（エ）川幅の狭い河川等の検索時（図 8、9 参照）

潜水隊員の人員、川幅等に合わせてバーの本数を決定し、ジョイントで結合する。更に、両端にフックを結合し、その両端に確保ロープを設定して、潜水隊員が下流側へ検索するのに合わせて、両端のロープ確保員が岸を下流へ移動しながら検索を行う。

（オ）川幅の広い淵等の検索時（図 10、11 参照）

上記（エ）と同様の結合方法で、一方のフックに確保ロープを設定し、潜水隊員が下流側へ検索するのに合わせて、ロープ確保員が岸を下流へ移動しながらの検索が可能となる。

イ　要救助者確保用テープスリングの設定方法

（ア）組替え方法（ア）から（ウ）の場合（図 12、13、16、17 参照）

中央の T 字フックと両端のフックに掛けたカラビナにテープスリング（120 センチメートル）を掛け、潜水隊員は、水中拘束が起こらないように同スリングと共にバー部分を握り検索を行う。

（イ）組替え方法（エ）、（オ）の場合（図 14、15 参照）

カラビナを予めテープスリング（120 センチメートル）に設定しておき、同カラビナをバー部分に通し、潜水隊員は（ア）と同様に同スリングと共にバー部分を握り検索を行う。また、救出時は要救助者を同スリングで確保後、救出する岸側のバーを下流側へ斜め 45 度下げ、カラビナを滑らせ、フェリーアングルでの救出が可能となる。

ウ　水中ライト等の設定方法

（ア）水中カメラ（図 18 参照）

えい航検索時の確保ロープに固定金具を使用し、カメラ部分を設定、同カメラのコードは、ズレ防止を施すため、同ロープにマジックテープを活用し、等間隔に固定する。

（イ）水中ライト及び小型コンパス（図 19 参照）

バー部分に固定金具を設定し、ライトを固定する。固定後は、360 度向きを変えることができる。また、小型コンパスも同固定金具により固定できるものである。

第 5.　おわりに

今回試作した検索棒を様々な河川等で実証したところ、従来の検索ロープと比較して安心感、安定感を感じることができ、潜水隊員の精神的な負担の軽減につながると同時に、水中における活動時間が短縮できたことで、潜水隊員の肉体的な負担も軽減することができた。強度についても全く問題はなかった。

水難事故現場においては、水中特有の危険や不安を抱えながらの活動となるが、この検索棒を用いることにより、従来よりも安全で確実、かつ迅速な要救助者の救出が可能になると考える。

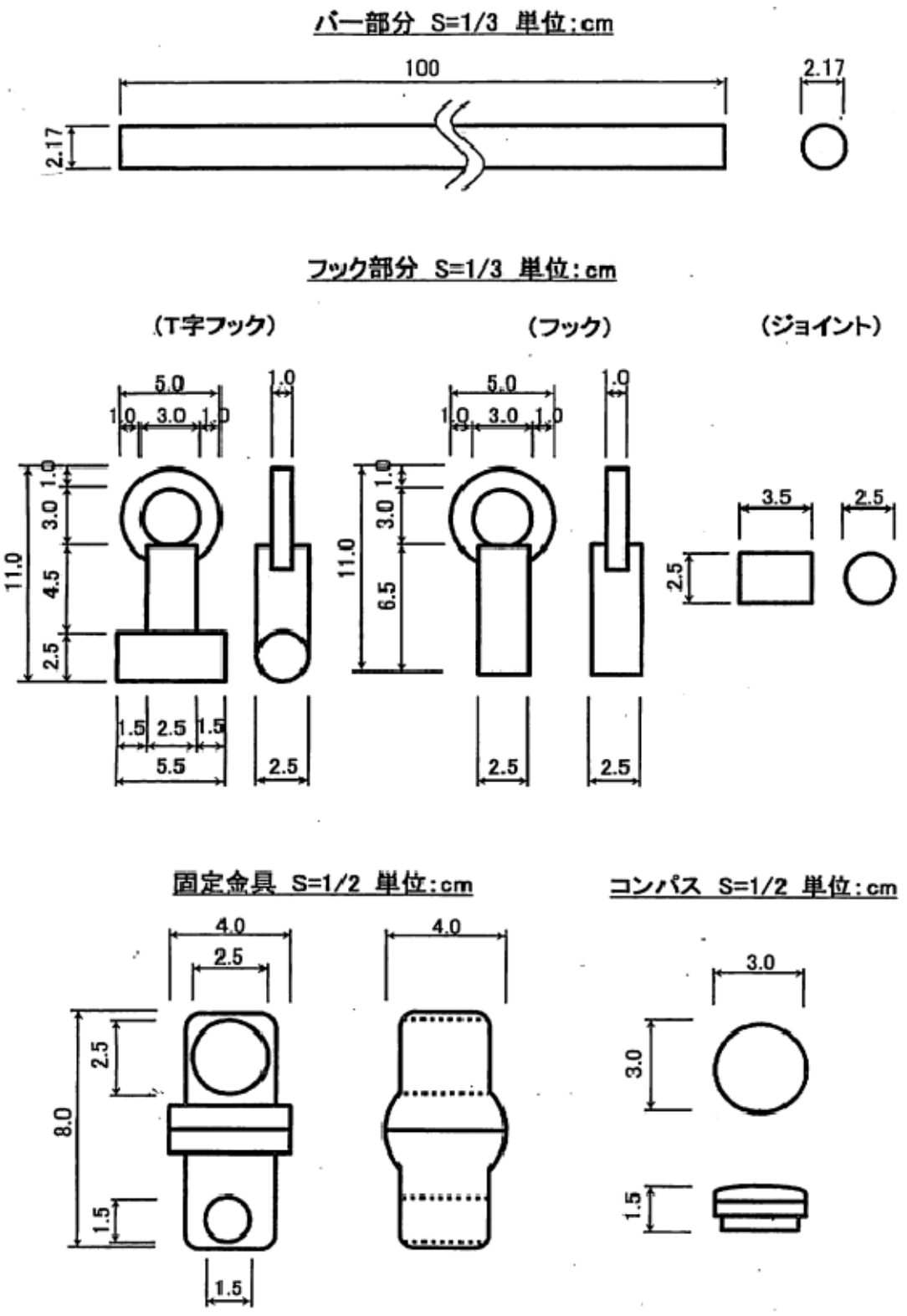

バー部分 S=1/3 単位:cm
100
2.17
2.17
フック部分 S=1/3 単位:cm
(T字フック)
(フック)
(ジョイント)
5.0
1.0
3.0
1.0
1.0
11.0
3.0
4.5
2.5
1.5
2.5
1.5
5.5
2.5
6.5
3.5
2.5
固定金具 S=1/2 単位:cm
コンパス S=1/2 単位:cm
4.0
2.5
8.0
1.5
3.0
1.5

図 1　試作品の見取図

図 2　試作品の全景

図 3　検索棒の結合方法

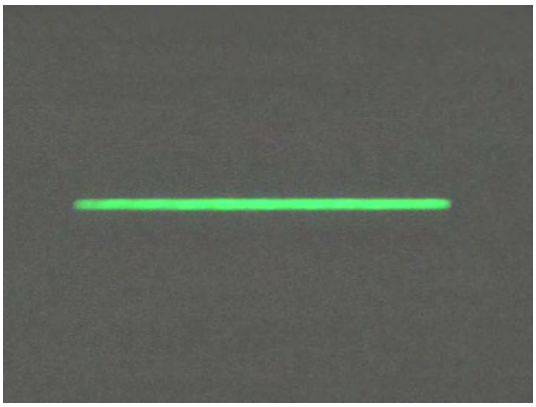


図 4　検索棒の光る状況

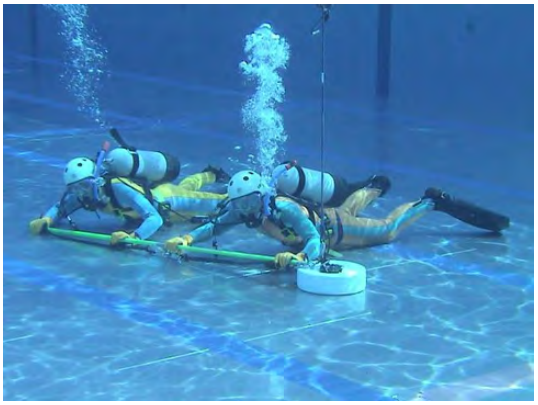


図 5　環状検索時等の使用方法

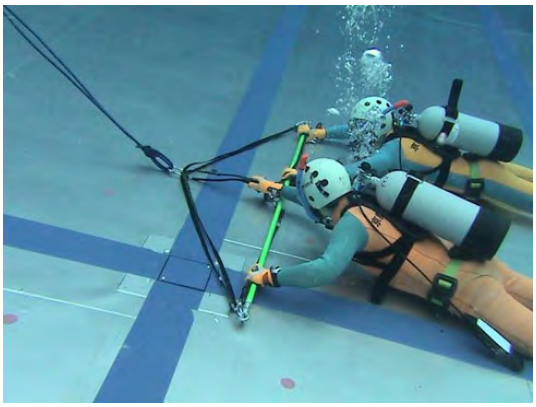


図 6　えい航検索時の使用方法
（流れが速い場合）

図 7　えい航検索時の使用方法
（流れが遅い場合）

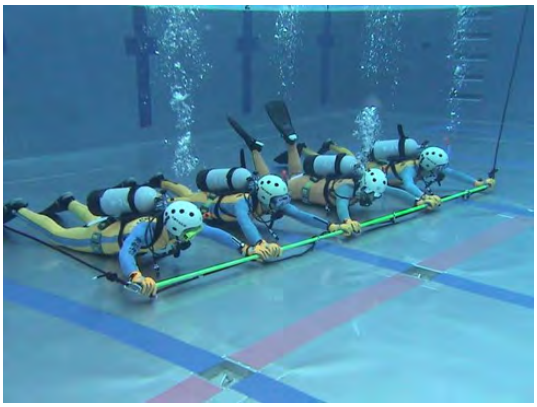


図 8　川幅の狭い河川等の使用方法

図 9　川幅の狭い河川等の実際の使用状況

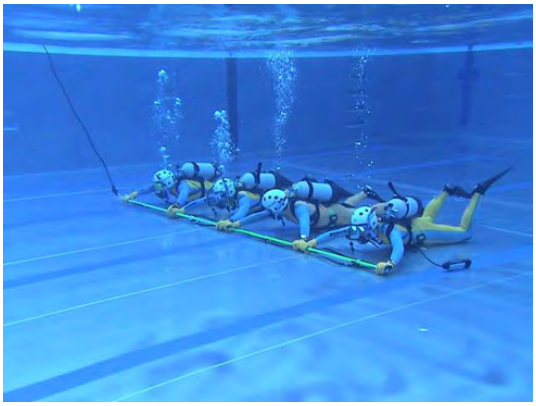


図 10　川幅の広い河川の淵での使用方法

図 11　川幅の広い河川の淵での実際の使用状況

図 12　環状検索時等のスリング設定状況

図 13　環状検索時等のスリング使用状況

図 14　川幅の狭い河川等でのスリング設定状況

図 15　川幅の狭い河川でのスリング使用状況

図 16　スリングでの確保要領

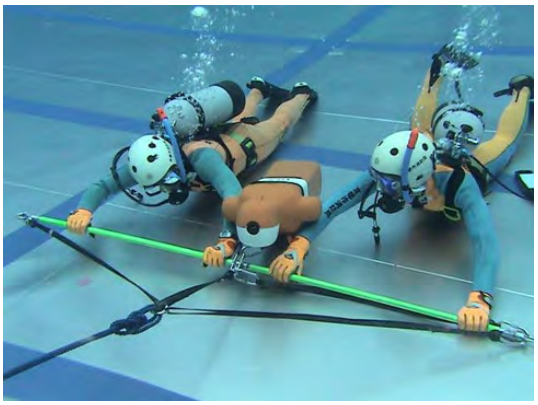


図 17　スリングでの確保要領全体図

図 18　水中カメラの設定状況

図 19　水中ライト及び小型コンパスの設定状況

平成 23 年度　優秀賞　消防職員・消防団員等による消防防災科学論文

住宅用太陽光発電システムが設置された建物火災の消防活動について

東京消防庁
小室　修

1. はじめに

太陽光の光エネルギーを直接電気に変換する太陽光発電は、発電の際に地球温暖化の原因とされている、二酸化炭素（CO_2）を全く排出しないクリーンシステムであることから、急速に普及している。

これは、一般家庭だけでなく、目に見える「環境対策」として、ビルの壁面への設置や災害時の電力の確保など、多種多様な活用がなされている。

このような中、平成 22 年 10 月 2 日 13 時頃、東久留米市で太陽光発電システム（屋根材一体型）が設置されている住宅から出火する火災が発生した。

この住宅用太陽光発電システム（以下「システム」という。）が出火原因となったものではないが、屋根裏に火が入ったため太陽電池パネル（以下「パネル」という。）で覆われた屋根を破壊し、残火を確認する必要があった。屋根の破壊作業に従事した消防隊員がパネルをトビロで破壊する際、感電危険を訴えた。幸いにも両手に「ビリビリ」と電気を感ずる程度で受傷には至らなかったが、発電を止める手立てがなく重大事故につながる危険性を伴いながら残火処理に苦慮した火災であった。(写真 1～写真 3 参照)

このことから、同種災害が発生した場合の危険性と、その安全対策について研究、検討を行った。

2. システムの基本構造と問題点

(1) 太陽電池の構成（図 1 参照）

① セル

太陽電池の基本単位で、太陽電池素子そのものをセルと呼ぶ。

② モジュール

セルを必要枚配列して、屋外で利用できるよう樹脂や強化ガラスで保護しパッケージ化したもの。これを太陽電池パネルとも呼ぶ。

メーカーによって異なるが、モジュールの公称最大出力動作電流は 7～8A である。

③ アレイ

モジュールを複数枚並べて接続したものをアレイと呼ぶ。

(2) システムと機器の種類（図 2 参照）

① 接続箱

パネルから直流配線を一本にまとめ、パワーコンディショナに送るための装置

② パワーコンディショナ

直流電力を交流電力に交換するための装置

③ 分電盤

家の配線に電気を分ける装置

④ 電力量計

電力会社に売った電力や、購入した電力を計量するメーター。売電用と買電用の 2 つが必要となる。

⑤ 設置方法

屋根置き型・屋根建材型・壁建材型・トップライト型・ひさし型・ルーバー型などがある。

(3) システムの特徴

① 電池と呼ばれているが電気を溜める機能は

ない。蓄えるには蓄電池を備える必要がある。

② 日射強度に比例して発電するもので、夜間は発電することはできない。また、曇るとあまり発電しなくなる。

③ 時間帯や地域・設置条件で発電量は変化する。

④ 1kW システムの年間発電量は約 1000kW

一般家庭での設置は通常 3kW システムが設置され、年間総使用量（5500kW／年）の 55%程度が賄える。

⑤ 3kW システムの場合、太陽電池モジュールの設置面積は約 20～30m^2 で、重さは架台などの設置部材を含めて 300～450kg 程度となる。

⑥ ブレーカや電力会社による電力供給が遮断されるとリレー機能により、パワーコンディショナの機能は停止され、家庭内への電力供給は停止される。しかし、パワーコンディショナまでの配線にはパネルからの電力は供給されたままの状態が継続される。

⑦ 照明器でも波長が合えば発電量は少ないが起電する。

(4)　システムの問題点

① 太陽光があれば起電し発電を継続する。その発電を止めるスイッチがない。

分電盤を OFF することでパワーコンディショナの機能は停止するが、パワーコンディショナまでの配線には電気がながれている。

② パネルから接続箱、パワーコンディショナまでの配線系統の把握が困難

③ 屋根建材型のシステムは、地上からは、太陽電池パネルが設置しているか分からない。また、接続配線の位置が分からない。

④ 接続箱やパワーコンディショナの設置場所の規定がなく、電気メーカーの独自の基準により屋内や屋外へ設置されている。特に接続箱は家屋の景観上、設置場所が屋根裏等の表から見えない所に設置される場合が多い。

⑤ 集合住宅の屋上に設置されているシステムは電気配線の把握が困難である。

3.　感電危険

感電は、人体に電流が流れることにより生じ、その程度は次表のとおりである。（表「交流電流が人体に流れた時の反応」参照）

また、電流の値は電圧値に比例し、抵抗値に反比例する。すなわち、感電は電圧が高く抵抗が低いときに発生危険が高まる。

本火災活動現場では、パネルの破壊作業中に「ビリビリ」と電気を感ずる訴えがあったことから 1.0mA から 5.0mA の電流が流れたものと推測される。

システムの発電能力はパネルの性能や枚数等にもよるが、一般家庭に設置されるもので通常 300V 程度、最大で 400V 程度の電圧が発生する。

一般的に、人体の皮膚が乾燥している時の抵抗値は約 4,000Ω、皮膚が湿っている時は、約 2,000Ω程度である。さらに消火活動時は放水や汗等により人体の抵抗値が小さくなることから感電危険が大きくなる。

システムで最大で 400V 程度までの電圧で人体の皮膚が乾燥していると想定すると、400V÷4000Ω＝100mA の電流が流れる可能性がある。濡れた状態の最悪のケースを想定すると、人体の抵抗値が更に小さくなり消防活動時 100mA 超の電流が流れ、死亡することも考えられる。

4.　火災発生時等の消防活動上の安全対策

(1)　消防活動時の危険性

ア　隊員への感電危険

建物火災で我々消防隊が取る安全対策の一つは、建物への電力供給を遮断することである。

この活動により水をかけたり、煙を逃がすために屋根を破壊するなどが可能となる。

一般的な建物では電力会社から供給される電源を遮断することで、感電危険を排除し活動を行っていた。

しかし、システムが設置され起電していたら、この考えは通用しない。システムには起電状態を OFF にするスイッチは設置されていない。メ

インのブレーカーを遮断しても発電が継続されパネルからパワーコンディショナまでは送電された状態が継続し消防活動に感電の危険が残る。

また、パネルから接続箱、パワーコンディショナまでの配線系統を現場で把握するのは困難であり、パネルの破壊でなく配線の切断あるいは断裂した配線への接触によっても感電の危険が生じる。

よって震災等による家屋倒壊時の救助作業においても感電危険が発生する。

イ　再起電に伴う再燃危険と感電危険

夜間の火災では起電されていないため、火災で太陽光発電の配線が露出あるいは切れたりした場合でも感電の危険性は低いが、日の出とともに太陽光が射すことで発電が開始され、隊員の感電危険が発生する。また、電流にアークが生じやすく高温状態となり、その個所から再び出火する危険も生じるなど、感電危険ばかりでなく火災の再燃危険も存在する。

ウ　転落危険と屋根の崩落危険

パネルの最適な設置角度は 30 度とされており傾斜が急であることと、その表面は、強化ガラス（厚さ 3.2mm）で滑りやすいことから屋根上での活動で転落する危険が高いと思われる。

システム設置時には強度計算を実施し、通常、重量 14～25kg/m^2 程度の重量となる。3kW システムの重量は、設置部材を含めて 300～450kg 程度となる。火災により柱、壁、床、はりが燃え強度が低下することで屋根が崩落する危険も考えられる。

エ　熱傷危険

パネル表面温度は、起電時、最高で約 80℃（気温に 30℃から 40℃プラスした温度）に達することから熱傷危険がある。

(2)　消防活動時の対策

ア　システム設置の情報を収集し活動隊にフィードバックする。

イ　接続箱及びパワーコンディショナが設置されている付近はむやみに破壊等しない。また、剥き出しの配線には絶対触れない。

ウ　感電危険があることを認識した活動を図り、むやみに屋内配線に触れない。

エ　夜間の火災であっても日中になると起電が開始されることを認識し活動にあたる。

5.　その他

(1)　震災時の通電火災等

阪神・淡路大震災では、停電を復旧する際に「通電火災」が発生した。

システムは、太陽光が当たり続ける限り起電し発電を継続する。そのため、震災時に電力会社からの送電が停止されても安全とは言えず、パネルから接続箱、パワーコンディショナまでの配線系統が断線などにより出火する恐れがある。

また、倒壊した建物からの救出救助活動にあたる隊員等が感電する危険性がある。

(2)　電力線への影響

電力線にトラブルが生じた際、電力会社は送電を停止する措置が可能であるが、システムから発電された余剰電流は売電契約により電力会社への電力線に流れ込むことが継続する。システムが広く普及した場合、電流は多量のものとなり、電力線の断裂、接触等により感電事故、火災事故等発生の様々な危険性が高まる恐れがある。

6.　提言

東日本大震災による原子力発電所の安全性が問われ、電力不足や自然エネルギーへの転換政策によりシステムの普及が加速される状況にあるが、火災や震災時に生ずる危険性への対策が見過ごされている。そこで、例えば次のような安全対策を提案したい。

(1) モジュールごとに起電を停止する安全装置の開発

(2) システム関連の配線が把握できるよう一般電力電線との色別

(3) システム関連配線が火災時に燃えないよう金属管等での保護

(4) 接続箱及びパワーコンディショナの設置位置の規制

(5) 既存建築物への設置条件（強度・耐震など）の強化

(6) 消防活動に支障ある配線等が表示された図面の消防機関への提出

7. まとめ

今回、実体験をもとにシステムの火災時等における危険性と問題点について、私見として提言をまとめた。消防活動の安全を確保していくことは、消防職員自らの主体性なくしてはあり得ない。隊員を指揮する立場として、今後とも先端技術に伴い生じる災害発生危険や消防活動時の危険性について意識を向け、これらを未然に防ぐべく問題意識を持ち職務にあたりたい。

参考文献

・太陽光発電協会（JPEA）ホームページ「太陽光発電基礎知識」
・独立行政法人消防研究所 室崎益輝「阪神・淡路大震災における火災からの教訓」
・感電及び対策（CRANE-CLUB）

写真２　パネルの破壊状態

写真３　屋根材一体型のパネル

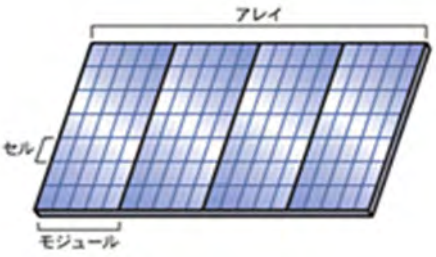


図１　太陽電池パネルの構成

写真１　屋根上での活動

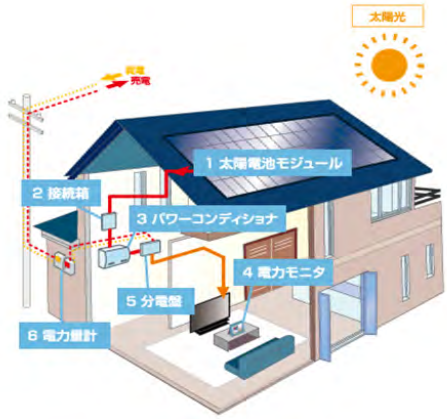


図２　太陽光発電システムの基本的な仕組み

表　交流電流が人体に流れた時の反応

電流値	人体の影響
0.5mA	通常、無反応
1.0mA	電撃を感じる
5.0mA	相当な苦痛がある
10～20mA	筋肉収縮、支配力を失う
50mA	死に至ることがある

平成 23 年度　優秀賞　消防職員・消防団員等による消防防災科学論文

ヘリコプター空中散水による市街地火災時の延焼遅延効果に関する研究

東京消防庁
富塚伸一郎

1. 研究の背景

阪神・淡路大震災では、発災日当日に 206 件の火災が発生し、そのうち 8 割を超える 174 件が発災後 5 時間以内に集中して出火した [1]。一方で、建物倒壊による交通障害や、上水道破壊に伴う水利枯渇により消防活動が阻害されたため、放任火災が多数発生し甚大な被害をもたらした。首都直下地震においても同時多発的な出火により発生する拡大火災に対し、都民による消火活動や地上消防部隊の運用のみでは消防力が不足する恐れがあることから、早期に他県から消防力を集結させる必要がある。しかし、緊急消防援助隊アクションプラン [2]により東京に集結する陸上部隊は、その多くが発災後 5 時間以内に集結することが困難である。一方で、航空部隊消火チームの全 9 機は、発災後 5 時間以内に都内に集結することが可能である。このことより、地上消防力が充実するまでの間、ヘリコプターによる空中散水活動を効果的に行うことが震災時の火災被害の軽減につながると考えられる。

2. 現状の体制と研究目的

震災時の市街地火災に対する航空部隊の投入基準について総務省消防庁は、①不燃化率が 30%以下の市街地、②狭小建築物が密集する市街地、③延焼遮断が期待できない市街地としており [3]、延焼危険性が部隊投入の判断基準となっている。一方、これまでに空中散水効果に関する十分な定量的研究は行われているとは言い難く、延焼危険が高い市街地で高い散水効果が得られるかどうかは明らかになっていない。そのため、現状の投入基準の場合、必ずしも延焼阻止・遅延効果が得られない市街地において散水活動を行う可能性がある。以上の観点から、本研究では、より高い空中散水効果が得られる市街地要件を明らかにし、震災時の航空部隊消火チームの効率的な運用のための基礎的知見を得ることを目的とする。（図 1 参照）

3. 既往の取組みと研究フロー

阪神・淡路大震災においては、市街地火災に対し空中散水活動の実施が検討された。しかし、火災上空の飛行に対する機体の安全性、散水による地上の要救助者の安全性、市街地における散水効果等が不明確であったことから実施はされなかった [3]。これらの問題点を明らかにするため、日本火災学会 [4]、自治省消防庁消防研究所 [5]により、燃焼させた模擬家屋に対し、実機から散水を行う実験が行われた。これらによれば、散水効果については一度の散水によって、一時的に火炎の放射強度は低下し火勢抑止現象が生じるが、安定した鎮圧状態を導く事は困難であることから連続的な散水が必要であるとしている。しかし、実験から得られた知見は家屋配置が特定条件下のものであり、家屋配置を変化させた時に、どのように効果が変化するかについては検討がなされていない。

また、これらの実験結果を踏まえ、総務省消防庁は一つの火災に複数機投入し、燃焼区域の境界付近へ連続的に散水を行う方針を打ち出している [3]。一方で、投入機体数と火災から無限

水利までの距離で導き出される散水間隔を変化させた時に、どのように効果が変化するかについても検討がなされていない。

以上の点を踏まえ、本研究においては火災の拡大過程を物理的に表現する火災工学手法を用いた延焼モデルを基本とし、これに過去の実験結果から得られる散水効果を反映させたモデルの構築を行う。次に、このモデルを適用して、建物配置と散水間隔を変化させた時に建物間においてどのように散水効果が変化するかについて計算実験を行い、得られた結果を実際の市街地の状況と照合することにより、より高い散水効果が得られる市街地要件について考察を行う。（図 2 参照）

4. 延焼モデル

(1) 火災進行シナリオ

本研究では、家屋を一辺 10【m】の正方形、1 フロアの高さ 3【m】、2 階建の木造家屋、可燃物量を表 1 の通りモデル化したうえで、国土交通省総合技術開発プロジェクト「防災まちづくりにおける評価技術・対策技術の開発（以下、総プロ）[6]」で開発された手法を参考に火災進行シナリオを次のように設定する。

① 外部からの加熱に対しては、露出した木部に着火し、火災が家屋内部で成長する（mode1）。屋根や外壁は内部の燃焼とともにすぐに燃え抜け、全体が火災となり最盛期状態となる（mode2）。火災が減衰し燃え落ちる（mode3）。

② 各 mode における発熱速度曲線は次式により求める。

mode1: $Q(t)=\alpha_{in}t^2 \quad (0\le t\le t_f)$

（最大発熱速度の上限値に達するまで）

mode2: $Q(t)=Q_{b,p} \quad (t_f\le t\le t_p)$

（総発熱量の一定割合 r_1 を放出するまで）

mode3: $Q(t)=-\dfrac{Q_{b,p}}{(t_q-t_p)}(t-t_q) \quad (t_p\le t\le t_q)$

（総発熱量の一定割合 r_2 に相当する発熱量が放出されずに残る）

③ 未燃焼家屋へ輻射熱を曝し始めるのは、mode2 以降

このシナリオにより、市街地火災を個々の家屋の火災進行と周囲の家屋への熱移動に分けて、個別家屋の火災が連鎖するものとする（図 3 参照）。さらに、加害側の延焼建物の炎からの輻射熱を求め、炎に曝される受害側の建物の受け取る熱量と壁面温度により着火の判定を行う。家屋モデルを踏まえた発熱速度曲線は図 4 のようになる。（各記号の定義は表 2 参照）

(2) 炎のモデル化と火炎面の平均放射強度

mode2、mode3 における炎の形状は、図 5 に示す通り、火炎軸を中心とした四角錐とする。火炎軸の傾き、長さ、軸上温度分布は、発熱速度を変数とする次式により求める。（各記号の定義は表 3 参照）

傾き ϕ　$\sin\phi=\dfrac{56}{70}\left(\dfrac{T_\infty}{q_w Q_f^*}\right)^{0.14}\left(\dfrac{U^2}{gD}\right)^{-0.26}$

長さ L_f　$L_f=3.3Q_f^{*2/3}D-0.5H_c$

軸上温度分布 $T_f(z_f)$

$$T_f(z_f)=\begin{cases}800+273 & (0<z_f<0.08Q^{2/5})\\ \dfrac{64Q^{2/5}}{z_f}+273 & (0.08Q^{2/5}\le z_f\le L_f)\end{cases}$$

また、形状が定まった火炎面からの平均放射強度は次式により算出する。

$$E=\frac{2\varepsilon\sigma}{L_f}\int_0^{L_f}\left(T_f(z_f)\right)^4\left(1-\frac{z_f}{L_f}\right)dz_f$$

(3) 未燃焼壁面温度と着火判定

未燃焼家屋壁面への入射エネルギーは、

壁面への入射エネルギーI ＝ 炎の平均放射強度 E ×形態係数 f

によって求める。形態係数は、未燃焼家屋の壁面上において最も入射エネルギーが高い場所となる地上から 6【m】の壁面上に受熱点を設定し、これと炎の面との幾何的関係から、山崎 [7]

による n 本の直線で構成された面の形態係数 f の算出方法を使用し算出する。入射エネルギーを受けた未燃焼家屋壁面の微小要素の温度応答は、木材の着火限界入射熱 15【kW/m^2】、含水率 0【%】の杉の熱慣性 0.027【kW^{2}s/m^{4}K^2】を利用し、

$$T_s(t)=\frac{I}{h}\left(\frac{1.18\sqrt{at}}{1.18\sqrt{at}+1}\right)+T_0=20I\left(\frac{1.18\sqrt{\frac{5}{54}t}}{1.18\sqrt{\frac{5}{54}t}+1}\right)+293$$

とし [8]、初期温度 293【K】の木材が着火温度 593【K】に到達する時間、t_{ig} を求めることにより、着火判定を行う。（延焼モデルの概要を図 6 に示す）

5. 建物間における散水効果

空中散水は広範囲にわたるため、効果は燃焼家屋に対する効果と、その周辺の未燃焼家屋に対する効果とに分けて計算を行う必要がある。そこで、過去の実験における火炎や壁面温度等のパラメーター変化を前章で構築した延焼モデルに反映させ、建物間における散水効果について検討を行う。（図 7 参照）

(1) 平均散水密度

空中散水の効果に大きく関係する平均散水密度は、文献 5 で得られる式に、過去の実験によって計測された値により補正をかけて、次式により求める。

$$D=\frac{0.9773M}{v\times t_w\times 2\times H\times\tan\theta}$$

この式に、緊急消防援助隊で東京に集結する機体が保有するタンク容量や、文献 3 にて安全とされている高度、速度等、表 4 の値を代入することにより求められる平均散水密度 D=1.5【ℓ/m^2】を本研究における散水密度とし、目標対象物に対し常に同様に均一の状態で散布されることとする。（図 8 参照）

(2) 燃焼家屋に対する散水効果

燃焼家屋に対する散水効果として、散水による火炎の温度低減、火炎の縮小が考えられる。文献 5)で、模擬家屋内部に熱電対を設置し、散水を繰り返すことにより火災抑止効果の分析を行っている。これによれば、0.15【ton】の水が命中した燃焼家屋内の温度は ΔT=412【K】下がり、降下温度が 63%回復するのに τ =22.6【s】かかるというデータを得ている。火災室内の温度は散水を行わなければ常に最盛期の火炎温度（=1073【K】と定義）にむかって回復していくと考えられることから、n 回目の散水後の温度回復過程を次式により近似する。ただし、最盛期となった mode2 移行時の火災室内温度を T_{HI}=1073【K】とし、散水は mode2 以降に行うものとする。（図 9 参照）

$$T_n(t)=\{1073-(T_{Hn}-\Delta T)\}\left[1-\left\{1-\frac{\left(1-\frac{1}{e}\right)\Delta T}{1073-(T_{Hn}-\Delta T)}\right\}^{\frac{t}{\tau}}\right]+(T_{Hn}-\Delta T)$$

この時、n 回目の散水と n+1 回目の散水（散水間隔 Δt）間における火災家屋室内平均温度、平均発熱速度は総プロ [6]より火災室内温度と発熱速度の関係が比例関係にあることを利用し

$$T_{An}=\left\{\frac{\int_0^{\Delta t}T_n(t)^4dt}{\Delta t}\right\}^{\frac{1}{4}}\qquad Q_n=Q_{b,p}\frac{T_{An}-T_\infty}{1073-T_\infty}$$

となり、4(2)の式により散水により縮小した炎の形状を得る。

(3) 未燃焼家屋に対する散水効果

未燃焼家屋に対する効果として熱せられた壁面の温度降下が考えられる。文献 5 では、燃焼家屋と未燃焼家屋に対し散水を行い、未燃焼家屋壁面部分の入射エネルギー（連続データ）と温度（離散データ）を計測している。これらは 4(3)の関係を満たしていると考えられるが、得られたデータは壁面温度に対し入射エネルギーの値が小さい。そのため本研究では、入射エネルギーに補正係数をかけ、実験での入射エネルギー値から得られる計算上の壁面温度と実験での壁面温度データを比較し、一度の散水による

壁面温度降下幅の算出を行った。その結果、表 5 の値の時に両値の挙動がほぼ一致した（図 10 参照）。そのため、これらの補正係数、温度降下幅の時には、「未燃焼家屋壁面への散水効果」を「未燃焼家屋壁面の瞬間的な温度降下」として捉えることができると考えられる。そこで、本研究における未燃焼家屋壁面への散水効果は、100、150、200【℃】の 3 種類の値で計算を行い着火判定を行う。

(4)　建物間における散水効果のまとめ

以上の手法により散水効果について検討していく。なお、建物配置は図 11 のように中心に燃焼家屋を 4 棟、そのまわりに未燃焼家屋を正方格子状に隣棟間隔距離 X【m】離して配置する。この時、X【m】を変化させた時に、風向き、散水間隔ごとに「着火時間」、着火時間から算出される見かけ上の「延焼速度」、初めて着火しなくなる距離である「延焼限界距離」がどのように変化するか比較を行った。その結果、図 12 に示すように風向きに関係なく、散水間隔を変化させても延焼速度に大きな違いは見られない。一方で、延焼限界距離は、散水間隔を短縮することにより縮小していることがわかる。これより、空中散水を行うと、建物間においては延焼速度ではなく、延焼限界距離が短縮することが明らかになった。各条件ごとの延焼限界距離をまとめたものを図 13 に示す。

6.　市街地における散水効果

本章では前章で得られた各散水条件による延焼限界距離を利用して、実市街地の建物配置を考慮した散水効果について検討を行う。

(1)　延焼クラスター

市街地の建物に対し延焼限界距離の半分の値でバッファーを発生させ、その和集合をとったものを延焼クラスターと定義する（図 14 参照）[6]。この時、クラスター内で発生した建物火災は、そのクラスター内全ての建物に類焼することになり、市街地の中で延焼が拡大していく可能性のある建物の連担状況を示す。市街地における散水効果は、建物間の延焼限界距離が縮小されることにより、クラスターが細分化され、焼失棟数の軽減や延焼経路変更に伴うマクロな延焼速度低下につながると考えられる。そこで GIS により実市街地の建物データにおいて、前章で得られた延焼限界距離を用いて延焼クラスターを作成する。ただし、防火造建物は木造建物の半分、準耐火建物は防火造建物の半分、耐火造建物は 0 の値を延焼限界距離として使用する。そこで、町丁目 i における散水間隔が t 分の時の平均焼失棟数期待値 χ_{it} を

$$\chi_{it}=\frac{\sum_{\text{全クラスター}}(\text{クラスター内の焼失棟数}\times\text{クラスター内の出火機会数})}{\text{町丁目内の木・防・準耐火造の合計建物数}}$$

とし（t=0 の時は散水なしとする）、町丁目 i の散水間隔 t 分の時の散水効果 R_{it}

$$R_{it}=1-\frac{\chi_{it}}{\chi_{i0}}$$

を求め、町丁目ごとに比較を行う。この R_{it} は、建物配置を考慮したマクロな散水効果を表す指標であり、1 に近づくほど散水効果が高い指標となっている。

(2)　評価対象地と散水圏域

本研究における対象地域は、地上消防隊の不足により放任火災が起こりやすいと考えられる東京 23 区とする。無限水利は隅田川・荒川等の大規模河川や東京湾とし、運用可能機体数を 4 機、また文献 3)より給水時間=1【分】、散水時間=1【分】、飛行速度=120【km/h】とすると図 15 の通りの圏域図となる。

(3)　散水効果と延焼危険性との比較

風速 0【m/s】における燃焼家屋と正対した家屋の延焼限界距離（風速 3【m/s】と同値）を用いて算出した R_{it} を縦軸に、延焼危険性を示す木造・防火造建物密度を横軸に各町丁目、散水圏域ごとにプロットしたものを図 16 に示す。高い効果が得られる市街地、特に R_{it}>0.9 となる市街地の大部分が、散水圏域 1 分に属することがわ

かる。一方で散水圏域 2 分においては、R_{it}>0.9 となる市街地の数が大きく減少するとともに、木造・防火造建物密度が 0.005 を超える町丁目においては散水効果が下がっているのが読み取れる。そのため、1 分間隔で散水可能な場合のみ木造密集地域への散水を行い、これ以外の場合には木造密集地域を避けて散水を行うことがより効果的であることが示唆された。また、散水効果の高い町丁目の地理的分布は図 17 に示す通りとなる。東京都の火災危険度[9)]（図 18 参照）と比較すると、荒川・隅田川周辺は火災危険度が高く、かつ高い散水効果が期待できる町丁目が密集していることが明らかになった。

7. まとめと今後の課題

本研究では、震災時の同時多発的な火災に対し、地上消防力が充実するまでの間、ヘリコプターによる空中散水活動が必要となることを背景とし、既往実験において検討されていない隣棟間隔距離や散水間隔と散水効果との関係を定量的に明らかにした。また、建物間における散水効果を用いて実市街地においてより高い散水効果を得られる市街地の抽出を行い、市街地指標との比較を行った。

(1) 本研究のまとめ

空中散水により建物間において延焼速度は低減せず、延焼限界距離が低減することが明らかになった。また、延焼限界距離を用いた実市街地における散水効果が相対的に高い場所を抽出するための手法の提案を行った。これにより、木造密集地域では散水間隔 1 分以内で散水活動を行う必要性があり、荒川・隅田川周辺は空中散水活動の必要性が高く、かつ散水効果の高い場所が密集していることが示唆された。

(2) 今後の課題

より詳細な散水効果を把握するため、散水された水の挙動や、壁面等への実際の散水状況、散水による温度等のパラメーター変化を基礎実験を通じてデータ収集する必要がある。また、実際に震災時に空中散水を行うには航空燃料や臨時離着陸場等の事前準備が必要であることから、散水対象候補地を考慮した情報収集体制、人員･物資の供給体制と整えておく必要がある。

参考文献

1) 阪神・淡路大震災調査報告編集委員会： 阪神・淡路大震災調査報告 火災、
情報システム、日本建築学会ら、PP49、1998.10
2) 総務省消防庁： 東海地震、首都直下地震及び東南海・南海地震における緊急
消防援助隊運用方針等の改訂について(通知)、2008.8.4
3) 総務省消防庁 : 消防防災ヘリコプターの効果的な活用に関する検討会報告書【本編】、2009.3
4) 日本火災学会 : 市街地火災空中消火実験報告書、1997.3
5) 自治省消防庁消防研究所 : 市街地火災時の空中消火による延焼阻止効果に関する研究報告書、1998.3～2000.3
6) 国土交通省国土技術政策総合研究所 : 総合技術開発プロジェクト「防災まちづくりにおける評価技術・対策技術の開発」、2003.6
7) 山崎均 : 日照環境のための基礎計算式、日本建築学会論文報告集第 288 号、PP139-147、1980.2
8) 田中哮義 : 建築火災安全工学入門、日本建築センター、1993.7
9) 東京都 : 地震に関する地域危険度測定調査報告書（第 6 回)、東京都都市整備局市街地整備部企画課、2008.2

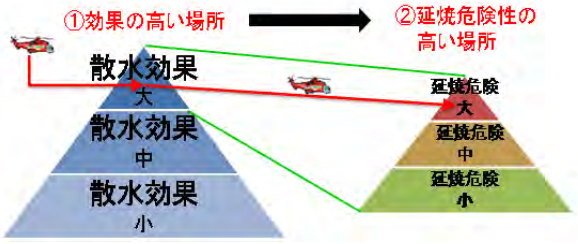


図１　効率的な航空部隊運用基準のイメージ

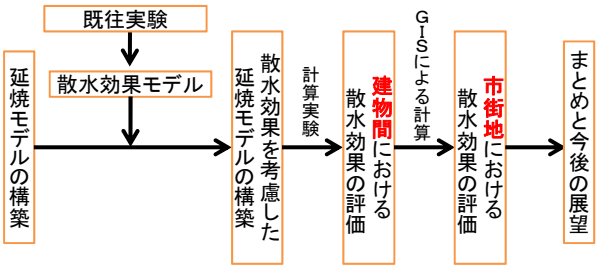


図２　研究のフロー

表１　家屋モデルにおける記号設定

A_l ：建築面積【m^2】	10【m】×10【m】=100【㎡】
N ：階数【-】	2
A_{floor} ：延べ床面積【m^2】	100【m^2】×2【階】=200【m^2】
H_c ：天井高さ【m】	2【階】×3【m】=6【m】
w_l ：積載火災荷重【kg/m^2】	27.5【kg/m^2】
W_l ：積載可燃物重量【kg】	$w_l \times A_{floor}$ =5500【kg】
W_b ：固定可燃物重量【kg】	$65A_{floor} + 65A_l$ =19500【kg】
W ：可燃物重量【kg】	$W_b + W_l$ =25000【kg】
$A_{f,l}$:積載可燃物の表面積【m^2】	$0.54w_l^{-2/3}W_l \fallingdotseq 326$【m^2】
$A_{f,c0}$ ：壁・床天井・間仕切り壁の見つけの表面積【m^2】	$4\sqrt{A_l} \times N \times H_c + 2 \times N \times A_l + 0.5 \times A_l \times N \times H_c$ =1480【m^2】
$A_{f,c}$ ：壁・床の表面積【m^2】	$\Phi \times A_{f,c0}/2 + 0.5 \times 4 \times \sqrt{A_l} \times N \times H_c$（火災最盛期）=980【m^2】
$A_{f,s}$ ：構造体の表面積【m^2】	$0.09(W_b/A_l)^{-1/3}W_b$（火災最盛期）$\fallingdotseq$302.632【m^2】
$A_{f,b}$ ：可燃物表面積【m^2】	$A_{f,l} + A_{f,c} + A_{f,s} \fallingdotseq 1608.632$【m^2】

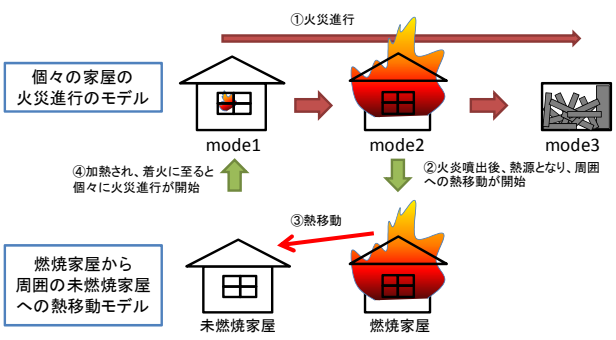


図３　市街地火災の進行シナリオ

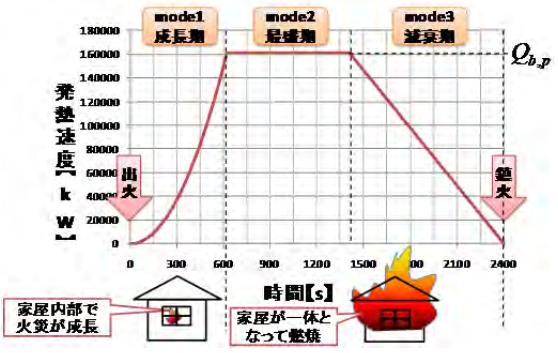


図４　木造家屋の火災進行曲線

表 2　火災進行曲線における記号設定

α_{in} ：建物内部火災成長率【kW/s^2】	$\alpha_{in}=\alpha_f+\alpha_m=0.4162$ 【kW/s^2】
α_f ：積載可燃物火災成長率【kW/s^2】	$\alpha_f=2.6\times10^{-6}\left(w_l\times q_w\right)^{5/3}=0.0662$ 【kW/s^2】
α_m ：内装の火災成長率【kW/s^2】	$\alpha_m=0.35\times\Phi^2=0.35$ 【kW/s^2】
q_w ：単位木材あたりの発熱量【kJ/kg】	16000【kJ/kg】
Φ ：木材の酸素消費係数【-】	1
r_1 ：減衰期に入る時点における総発熱量の割合【-】	0.4【-】
r_2 ：鎮火時における燃え残りに相当する総発熱量の割合【-】	0.4【-】
$Q_{b,p}$ ：発熱速度の上限値【kW】	$Q_{b,p}=q_s\times A_{f,b}\fallingdotseq160863$ 【kW】
q_s ：可燃物表面積あたりの発熱速度【kW/m^2】	100【kW/m^2】
t_f ：発熱速度が最盛期に入る時刻【s】	
t_p ：発熱速度が減衰期に入る時刻【s】	
t_q ：鎮火する時刻【s】	

図 5　炎のモデル

表 3　炎のモデルにおける記号設定

Q_f^* ：無次元発熱速度【-】	$Q_f^*=\dfrac{Q}{\rho_\infty C_p T_\infty g^{1/2}D^{5/2}}$
ρ_∞ ：外気密度【kg/m^3】	$\rho_\infty=353/T_\infty$
C_p ：空気の定圧比熱【kJ/kg/K】	1.0【kJ/kg/K】
T_∞ ：外気温度【K】	293【K】
g ：重力加速度【m/s^2】	9.8【m/s^2】
D ：火源寸法	$D=2\times\sqrt{\dfrac{A_l}{\pi}}$
U ：風速【m/s】	
z_f ：火炎軸上点の軸下端からの距離【m】	

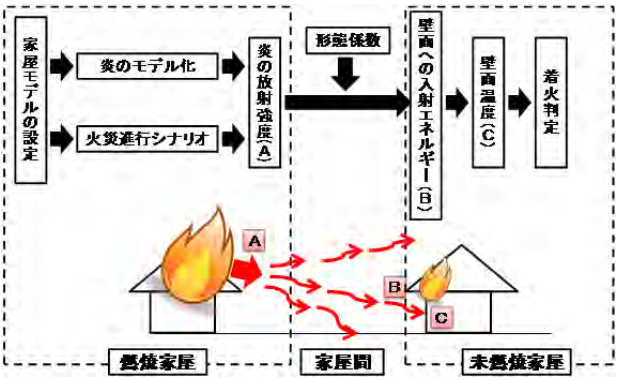


図 6　延焼モデルの概要

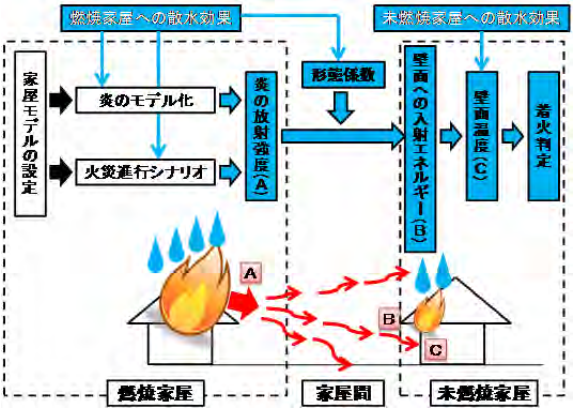


図 7　延焼モデルと散水効果の概要

表 4　散水密度における記号設定

v ：散水時飛行速度【km/h】	20【kt】≒37【km/h】
t_w ：散水継続時間【s】	5.6【s】
H ：散水時飛行高度【m】	150【ft】≒45.7【m】
M ：一度の散水量【ℓ】	1300【ℓ】
θ ：水の落下時の拡散角	9【度】

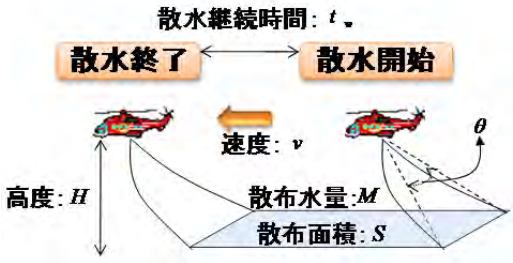


図 8　平均散水密度算出のイメージ

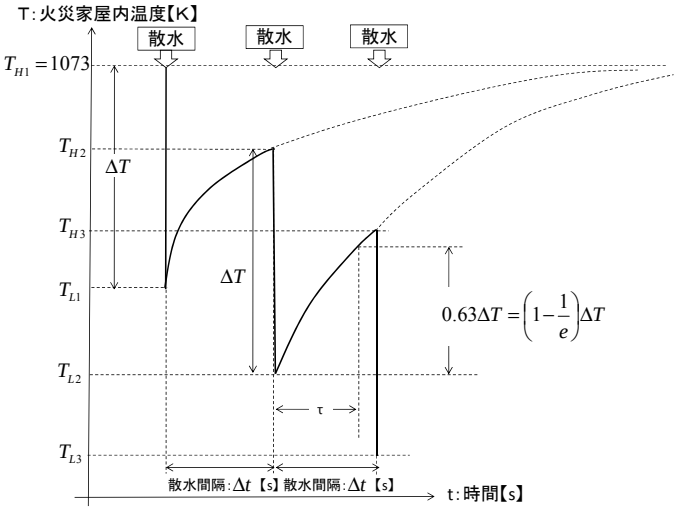


図 9　火災室内温度の近似イメージ

表 5　未燃焼家屋壁面温度の降下幅と補正係数

補正係数【-】	温度降下幅【℃】
1.8	100、150、200
1.9	150、200
1.95	150、200
2	150、200

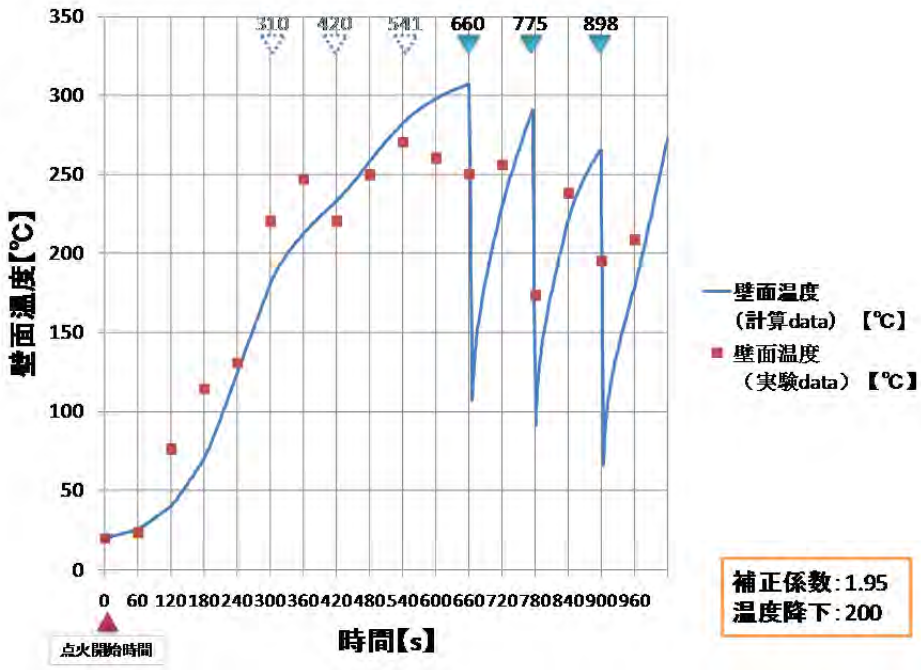


図 10　未燃焼家屋壁面における計算上と実験データの比較

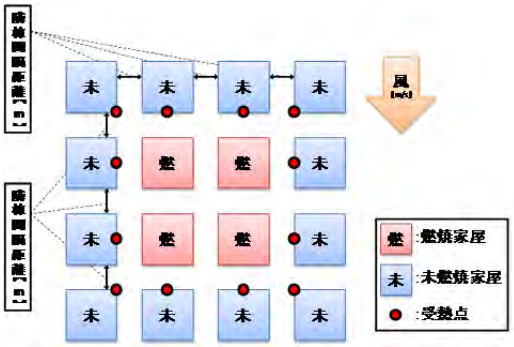


図 11　家屋配置

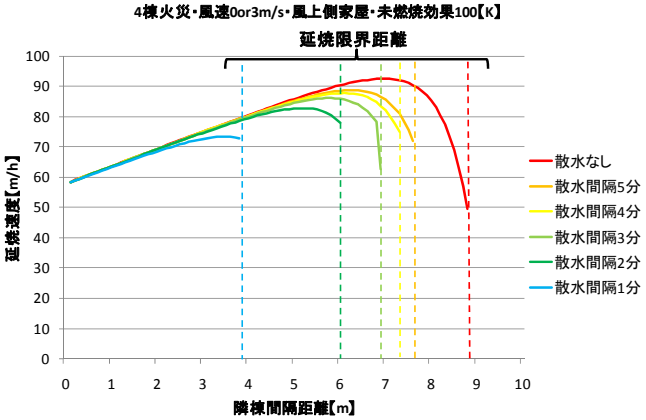


図 12　建物間における散水効果

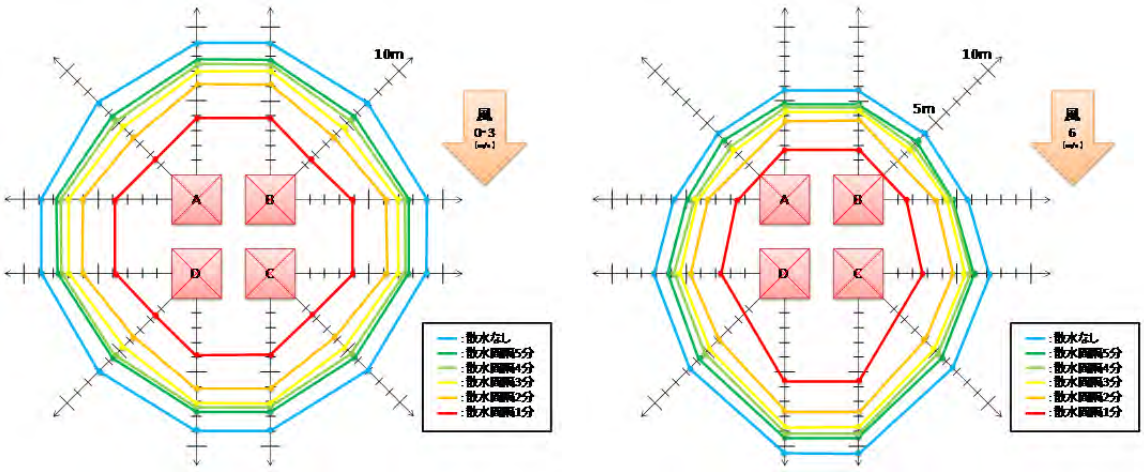


図 13　各条件ごとの延焼限界距離

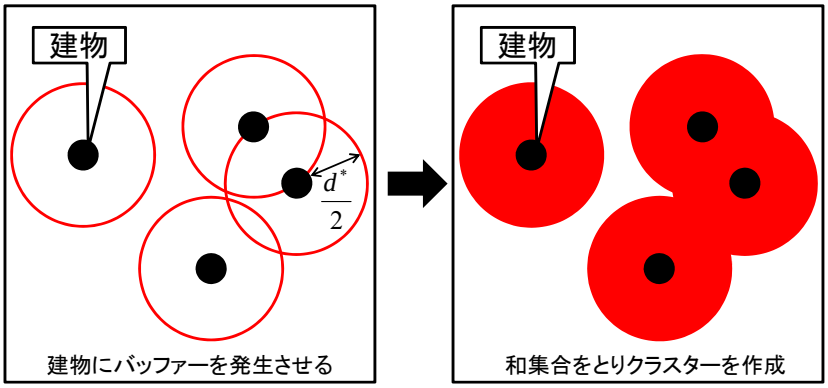


図 14　延焼クラスター

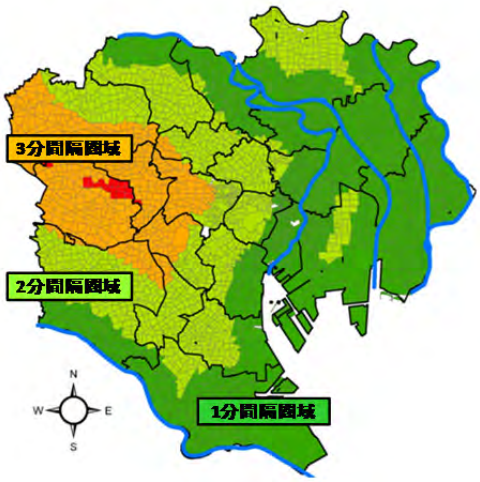


図 15　散水間隔圏域図

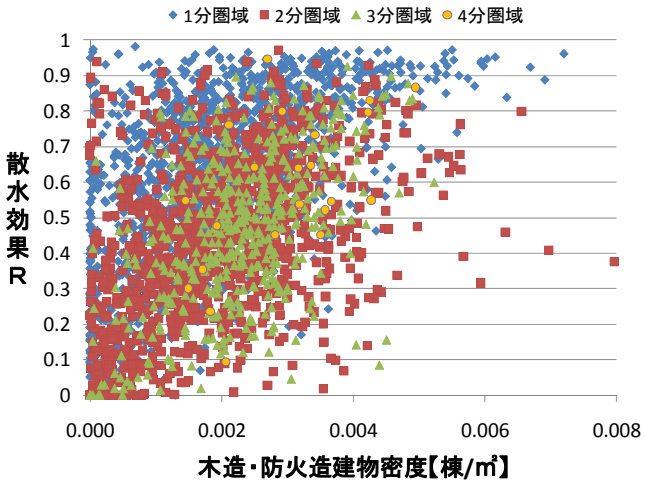


図 16　散水効果と延焼危険性の比較

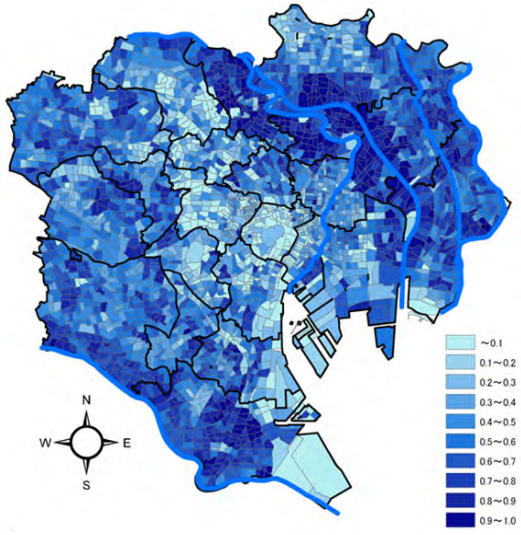


図 17　風速 0【m/s】における散水効果

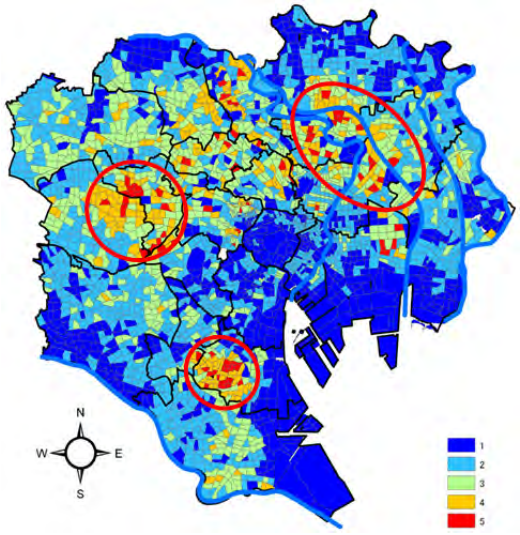


図 18　東京都の火災危険度

平成 23 年度　優秀賞　一般による消防防災機器の開発・改良

ポータブルな体幹装着型遠隔超音波診断システムの世界初の具現化に向けた改良と移動体搬送下における診断試験結果の報告

早稲田大学大学院
伊藤慶一郎、鶴田功一
横浜市立大学附属病院
中村京太
横須賀市立市民病院
竹内良平
早稲田大学
菅野重樹、岩田浩康

1. 緒論

交通事故や大規模震災などにより、強い衝撃が加わった患者や動脈硬化などを持病とする患者は内出血リスクが非常に高く、その出血を迅速かつ正確に特定することが救命のファーストステップとして重要となる。しかし現状の救急医療では、病院搬送後の CT 検査あるいは開胸腹術などの手法が主流であり、侵襲性が高いだけでなく、救急搬送長時間化や検査室への移動といった時間的問題が内在している。そのため近年では､患者発生から搬送先到着までの処置、いわゆる「病院前救護」の重要性が飛躍的に高まっており、搬送中にバイタル等の医用情報を病院に伝送し、医師の指示･助言を仰ぐことで、救急隊員の迅速かつ的確な処置や搬送先決定を支援するシステムが運用され始め、救命率の向上が期待されている。よって今後の救急医療システムは、病院外における医療の質を向上させるというアプローチで構築されていくべきであり、内出血患者救命に対する 1 つの解として、病院前救護の段階で迅速かつ低侵襲に出血源を特定し、治療戦略や搬送先の早期決定を支援できる技術を実現していかなければならない。

このような構想のもと本研究では、高い普及率を挙げた AED 運用の成功例をきっかけに、救急搬送車内にて救急隊員補助のもと、内出血患者のために運用できるポータブルな診断システム、という新たなアプローチを導入し、超音波診断装置とロボティクス技術を融合した体幹装着型遠隔超音波診断システムの開発に取り組んでいる。患者の体型差等に依存せず当該システムを容易に装着できる体幹装着技術、医師の“目”だけでなく“手”を再現する遠隔操作技術および搬送車内等への配備を想定した小型・軽量化技術は、場所を限定しない超音波診断の実現可能性に寄与しうる。そのため本システムは、救急医療の限界を大きく変革し得る新たな救命支援ツールになると考えた次第である。

しかしながらこれまで開発してきたシステムでは、ローカルなネットワークにしか適応できておらず、搬送車内運用時において描出された超音波映像を遠隔地病院へ伝送することが出来なかった[1]。さらに、患者への装着性や搬送車内における診断性能の検証も不十分であった。このようにこれまで試作してきたシステムには解決・実証されなければならない課題が残されていた。

よって今回、搬送中にシステム末端のプローブ操作信号および超音波映像等の伝送が出来るようにシステムを改良し、装着性および診断性

能の検証を行ったので報告する。

2. 体幹装着型遠隔超音波診断システムのコンセプト

2.1 システムの概要

これまでに開発してきたシステムは、エコー映像および患者の様子をモニタで確認しながら、操作入力装置を用いて、エコープローブ把持部を遠隔操作する装置である（図 1)。本システムは、プローブの姿勢（ローリング、ピッチング）・位置（頭尾方向、接触方向）制御のための 4 自由度を備えることで、診断時のエコープローブ動作を再現でき、かつ大きさは 200×200×100 mm^3、重さは 2.2kg とこれまでの遠隔操作型超音波診断システムと比べて非常にポータブル性が高いものとなっている。

プローブの姿勢制御時に重要なことは、プローブ先端を回転中心とした円軌道を描くような動作を実現することである。そこで我々は、プローブ姿勢制御のための曲率レールを用いたメカニズムを開発した。姿勢制御には高出力ながら小型であるハーモニックドライブ内蔵モータ（Harmonic drive; RSF-5A, 66g）を用いることで、ピッチ角 90°、ロール各 360°の動作が再現可能となった。 さらに、 頭尾方向の位置制御にリニアモータ（HITACHI; S080Q, 80g）を採用し、小型・軽量ながら 100mm の範囲で高出力を維持した制御が可能である。

一方、プローブの体表面接触に関してはこれまでに多数の研究が進められてきた。そのほとんどは、プローブの接触力を感覚として医師にフィードバックするものや、適切な接触力を維持する制御系が中心となっている[2]、[3]。しかし、これらはシステムの大型化といった問題があり、実用化への大きな障壁が内在している。そこで我々は、複雑な制御系を使用することなく、本システムを患者に装着するだけで所望の接触力が発生し、かつプローブの位置・姿勢制御時にもその接触力を維持しつづけることが可能な機構を開発した。具体的には、装着時にプローブ先端が体表面から押し込まれ、それによる機械式バネの復元力が接触力となるメカニズムである（図 2)。これにより、複雑な制御系を導入することなく駆動自由度を削減できるため、小型・軽量化につながる。なおエコー装置はポータブル性を考慮し、MicroMaxx（SonoSi te Inc, size; 30×27×8 cm^3, weight; 3.9kg）およびセクタープローブ（SonoSite Inc,　P17/5-1,　1-5MHz）を使用している。

2.2 適用対象

交通事故や大規模震災などにより外部から強い衝撃を受けた外傷患者は、高い確率で内出血が生じ、それが体内に貯留し始める。この内出血貯留は体内の血液循環を妨げ、最悪の場合患者を死に至らしめる。そのためこのような内出血患者に対しては、より早い段階で超音波を用いた内出血貯留箇所の検索（Focused Assessment with Sonography for Trauma: FAST と呼称）を行うことでスムーズな治療へのシフトと全体の診療時間の低減が求められる[4]。FAST は、診断箇所を内出血貯留の発生しやすい 4 部位に絞り、効率的に診断を進める手法である。そのため本システムの適用対象は、高度の内出血を生じ、かつ救急搬送中に FAST をしておくことで搬送後の治療による救命率が向上するような高緊急度外傷患者である。

このような高緊急度外傷患者が発生した場合、まず始めに救急車とともに本システムを搬送し、現場にて患者を車内に収容する。続いて、車内に搭載されたスピーカフォン・カメラ・生体モニタを活用しつつ、遠隔地医師との移動体通信を確立する。遠隔地医師は伝送されるバイタル情報等を基に初期診断を行い、内出血が疑われたならば、車内の救急隊員に対し、本システムを患者の体幹に装着するよう指示する。装着部位や装着手順の詳細は、モニタに映し出される提示図を参考にする。遠隔地医師は遠隔操作により FAST を実施し、内出血貯留箇所および病

態を検索・診断する。初療室の医師やスタッフは事前にこの診断結果を共有しており、あらかじめ適切な装備を準備しておくことで、搬送患者をスムーズに迎え入れ、すぐさま最も効果的な蘇生治療に移り、人命救助を完遂できる。

3. システムの再構成

3.1 装着方法

今回使用した装着部を図 3 に示す。本システムは、患者の体動に対して柔軟に適応しやすい伸縮性のあるシリコン製コルセットベルトを用いて患者体幹に装着され、体表面との接触部にはウレタン製緩衝剤を装備している。

3.2 移動体通信下における伝送システム

今回、新たに構築した移動体通信下における伝送システムの構成図を図 4 に示す。これにより移動体通信環境下において、システムの操作信号とエコー診断映像の伝送が行えるようになった。遠隔制御のために使用する通信ネットワークとして今現在、ISDN や LAN、WiMAX など様々な方式を選択することが可能である。しかし、本システムの運用シーンである移動体環境を考慮し、伝送スピードと汎用性がハイクラスである WiMAX 通信網を選択した。

一方、遠隔操作型ロボット手術の場合に使用するプロトコルについて川村らによると、Transmission Control Protocol: TCP は User Datagram Protocol: UDP と使用した場合に比べて遅延が少ないが、TCP はその性質上、輻輳制御や再送機能があるため通信時のトラフィック量が増大した場合に、受信側がフローしないよう転送を中止する危険性があり、リアルタイムにパケットの読み込みを必要とする遠隔ロボット手術には適さないと報告されている[5]。これは遠隔ロボット手術のようなリアルタイム性を重視する遠隔制御には UDP のほうが適していることを示しており、エコー診断のようなリアルタイム性が求められる本システムにおいても同様のことがいえる。よって本システムではこの結果を踏まえ、プローブ把持部の制御ならびにエコー映像伝送には UDP による伝送を行うこととした。

プローブ把持部は、マスタ側から送信された位置制御用信号を、今回新たに開発したスレーブ側の PIC 型マイコン（PIC Network Interface Card: PICNIC）で受信し、各軸のドライバに割り振ることで制御ができる。このマイコンには、各軸のリミットやエンコーダのセンサ値が反映され、医師の操作を安全かつ確実にプローブの駆動に反映させることができる。また、PICNIC にこれら信号の伝送といった機能を実装することで、システム全体のポータブル性が飛躍的に向上した。

4. 検証試験

4.1 装着試験

本試験の目的は、患者の各 FAST 部位に本システムを装着できるのか検証することである。

(1) 方法

解剖学的知見や患者を扱う経験といった救急隊員の技能は、本システムの装着性に大きなばらつきを与える。そのため最低限保証可能な装着性を明確にすべく、それらの技能レベルが同等な非医療従事者である一般人を救急隊員に見立て、患者役被験者の各 FAST4 部位に装着するといった方法で装着試験を実施した。また患者の体型差は装着性を決める重要な指標であるため、患者役の被験者は表 1 に示すように、Body Mass Index: BMI を用いた 3 つの体型に分類した。救急隊員役の被験者は、装着位置と手順が表示された提示図を確認し、システムを各体型患者の体幹に装着する（図 5）。なお、体表面の乳頭線およびへそを通る正中線を、装着のためのランドマークとして設定し、装着位置を測定した。

(2) 結果と考察

図 6 に示すように、太り型の患者に対する装着時間は他の体型と比較して長い時間を要した。これは、装着時にコルセットベルトを患者背面

に回しこむ必要があり、太り型の患者の場合には若干巻きつけにくかったことが原因として挙げられる。しかし、平均で約 4 分程度、最大でも約 5 分程度の比較的短い時間で全 4 部位に装着が完了できることが確認できた。

続いて表 2 に示すように、目標装着位置と実際の装着位置の最大誤差は、FAST1、4 において 2.7[cm]、FAST2、3 において 4.8[cm]であった。これは、システムに搭載されている超音波プローブ位置補正のための自由度により、十分診断を実現できる誤差である。また装着自体が出来なかった被験者はいなかった。よってこれらの結果から、医学的な技能に依らず、システムを患者の所望の位置に素早く装着しえることが確認できた。

4.2　移動体下における診断性能評価試験

本試験の目的は、今回改良したシステムが、医師の遠隔操作によって全 FAST4 部位の診断を実施できる性能を有しているか検証することである。

(1)　方法

救急搬送車両を模擬した移動体（トヨタ： ハイエース）下にて、患者役被験者に本システムを装着し、医師遠隔操作のもと FAST を実施する。当該移動体は、カーブや加減速、縁石乗り上げなどが存在するコース（図 7）を周回し、医師は横浜市大病院から遠隔操作を行う。なお、血液貯留が発生しやすい各 FAST 部位である心嚢部、肝臓部、脾周囲、膀胱部のエコー映像を、遠隔操作による描出目標とした。システムの診断性能は、1. 移動体下でもエコー映像描出可能か、2. 遠隔制御およびエコー映像伝送による診断の可否、の 2 つを評価指標として検証した。

(2)　結果と考察

移動体のカーブや加減速、縁石への乗り上げ時といった最大加速度発生時にもエコー映像に大きな変動は見られず、エコー映像が描出・維持できることが確認できた。これは、伸縮性の高いコルセットベルトによる装着で患者の大きな動きに適応できたこと、また機械式ばねの搭載により、体表面の凸凹や細かな動きへ受動的に追従できたことが考えられ、体幹装着型構造の有効性が示された。また、移動体下における遠隔制御およびエコー映像伝送により、医師所望の位置での映像が取得できることが確認された（図 8）。以上の結果から、今回の改良により本システムが移動体下にて FAST を実現する性能を有していることが確認できた。しかし、移動体と病院間における伝送中にエコー映像フレームの欠如や通信遅延などが発生し、操作がしづらくエコー映像自体も不鮮明となり、診断確定までに時間を要する場面が時折発生することも確認された。これらの問題は、本システムを実用化する上で極めて重要な技術的課題となりえるので、今後は通信分野の技術とより密接に連携し、改良を重ねていく必要がある。

5.　結論

救急隊員補助のもと、内出血を呈した患者に対する早期診断を行うシステムの開発を目標とし、今回は移動体下における遠隔操作およびエコー映像伝送を実現できるよう開発中のシステムの改良を行い、検証試験によりその有効性を確認した。

本研究の最終目標は、救急搬送時間を有効活用することで内出血患者の救命率を改善することである。そのため今後は、本システムのより素早い装着や診断、および安定した通信状況確保のための改良を重ね、臨床的エビデンスに裏付けられたシステムとしての普及を目指していく。

謝辞

本研究を進めるに当たり、横須賀市立市民病院の竹内先生、横浜市大付属病院高度救命救急センターの中村先生ならびに（株）KDDI 研究所には多大なるご協力をいただいた。ここに記して謝意を表します。

本研究の一部は、文部科学省科学技術振興調整費 若手研究者の自立的研究環境整備促進「早稲田高等研究所テニュア・トラックプログラム」の支援を受けて行われました。

参考文献

1) Keiichiro Ito, Hiroyasu Iwata, Shigeki Sugano, “Portable and At tachable Tele-Echography Robot system: FASTele,” Proceedings of 32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS (EMBC 2010), pp. 487-490, August 31 - September 4, Buenos Aires, Argentina, 2010

2) 小澤賢一、桝田晃司、“ワイヤ駆動とパラレルリンクを組み合わせた操作角微調整のためのピボット点可変機能付きコントローラの開発”、日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会論文集

3) N. Koizumi, “Continuous Path Controller of Slave Manipulator for Remote Ultrasound Diagnos ic System,” Journal of the Robotics Society of Japan, 619-628, 2005

4) 岩井壽夫、“外傷初期診療ガイドライン JATEC”、日本外傷学会・日本救急医学会、ヘルス出版、2008

5) 川村和也、藤江正克、“遠隔ロボット手術用リアルタイムシミュレーション技術の開発、Journal of computer aided surgery、2005

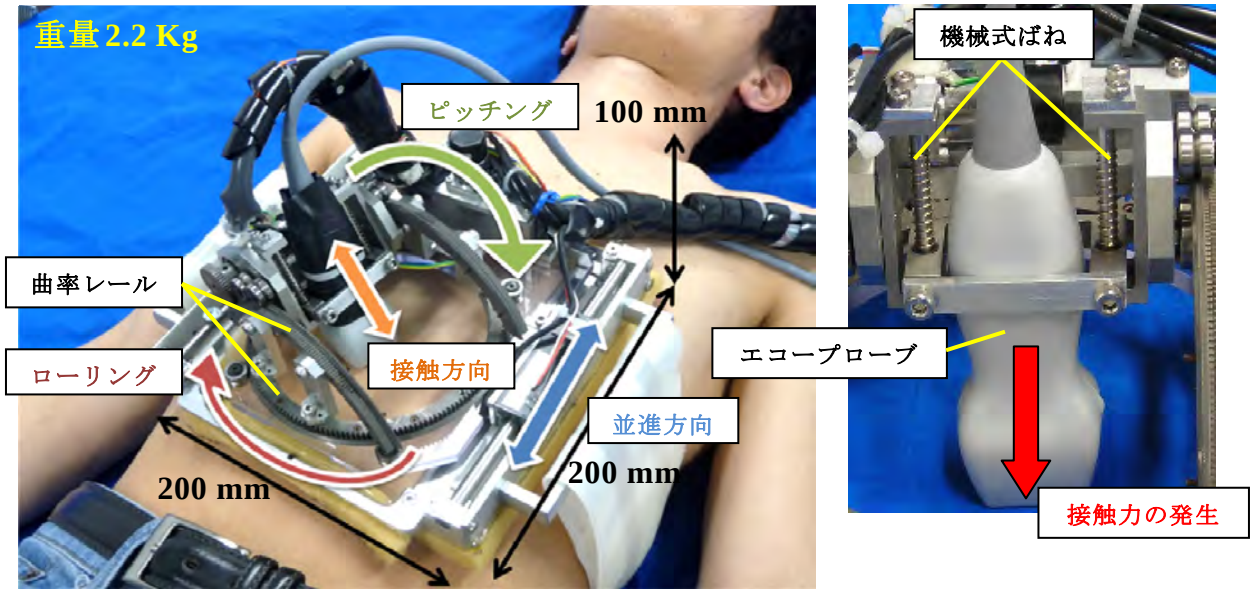


図１　体幹装着型遠隔超音波診断システム

曲率レールおよび機械式ばねによる接触力発生機構の導入により、小型・軽量な超音波診断システムとなっている。また患者の体幹に直接装着することで、呼吸や咳に伴う体動に受動的に適応し、エコー映像の描出維持効果も非常に高い。

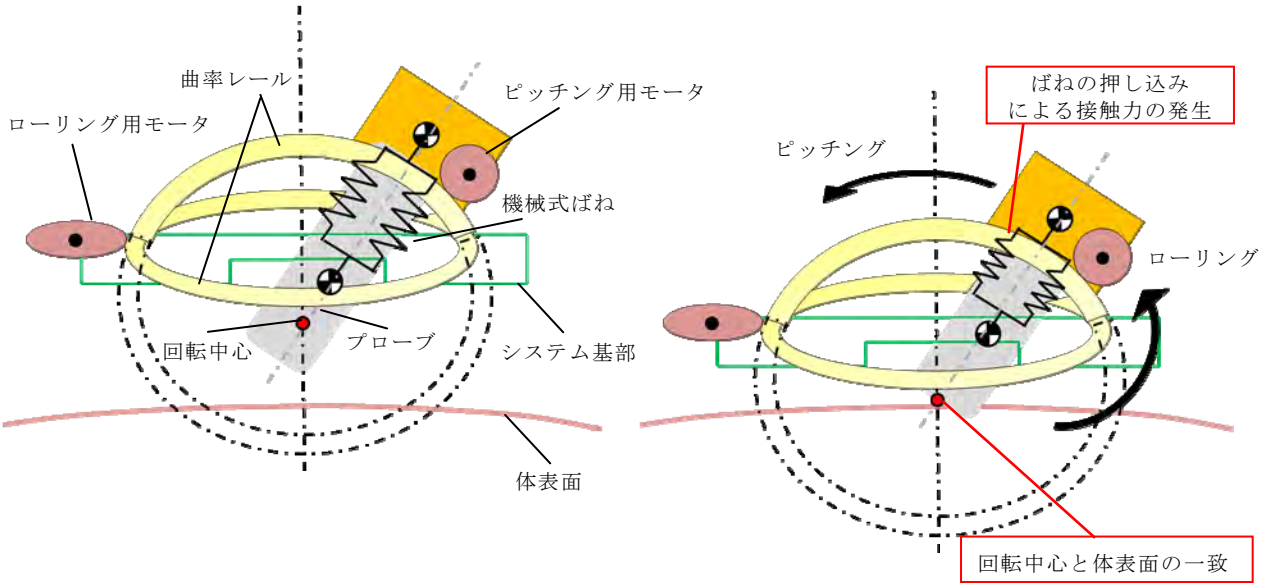
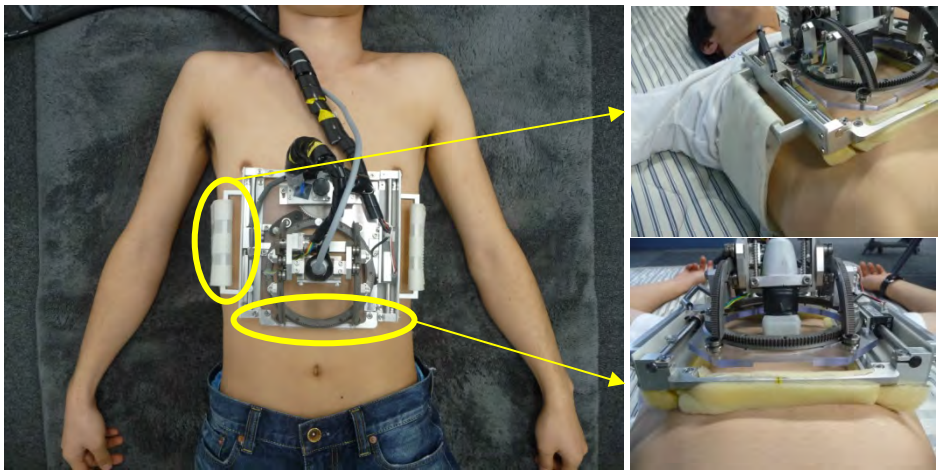


図 2　エコープローブの接触力発生機構

体幹装着時に、ローリング、ピッチング各々の曲率レールの回転中心が、体表面と一致するような機構となっている。さらに、機械式ばねを有したプローブが体表面から押し込まれることで、受動的に接触力が発生し、エコー映像を描出・維持することが可能である。



コルセットベルトによる体幹への装着

コルセットによる
体幹への装着

ウレタン緩衝材による
体表面の形状吸収

図 3　体幹装着部

体表面との接触部分にウレタン製緩衝材を設置することで、体表面の凹凸や患者間で異なる形状をうまく吸収し、装着しやすくなっている。またコルセットベルトの導入により、体動に倣うだけでなく、様々な体格差に対して装着することが可能となった。

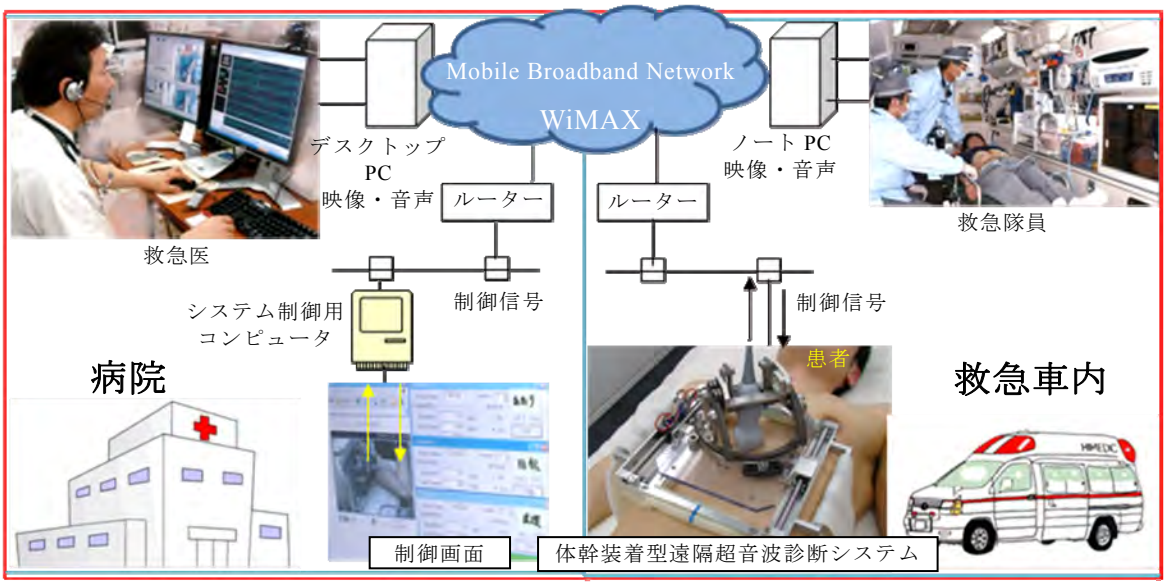


図 4　改良された伝送システム構成図

エコー映像伝送には、(株) KDDI 研究所の携帯型ビデオ伝送システム「Vista Finder」を用いた。Vista Finder は H.264 および MPEG-2 を採用し、病院側デスクトップ PC と搬送車側ノート PC 間にてクラス最高画質のフルモーション映像を伝送することが可能となっている。

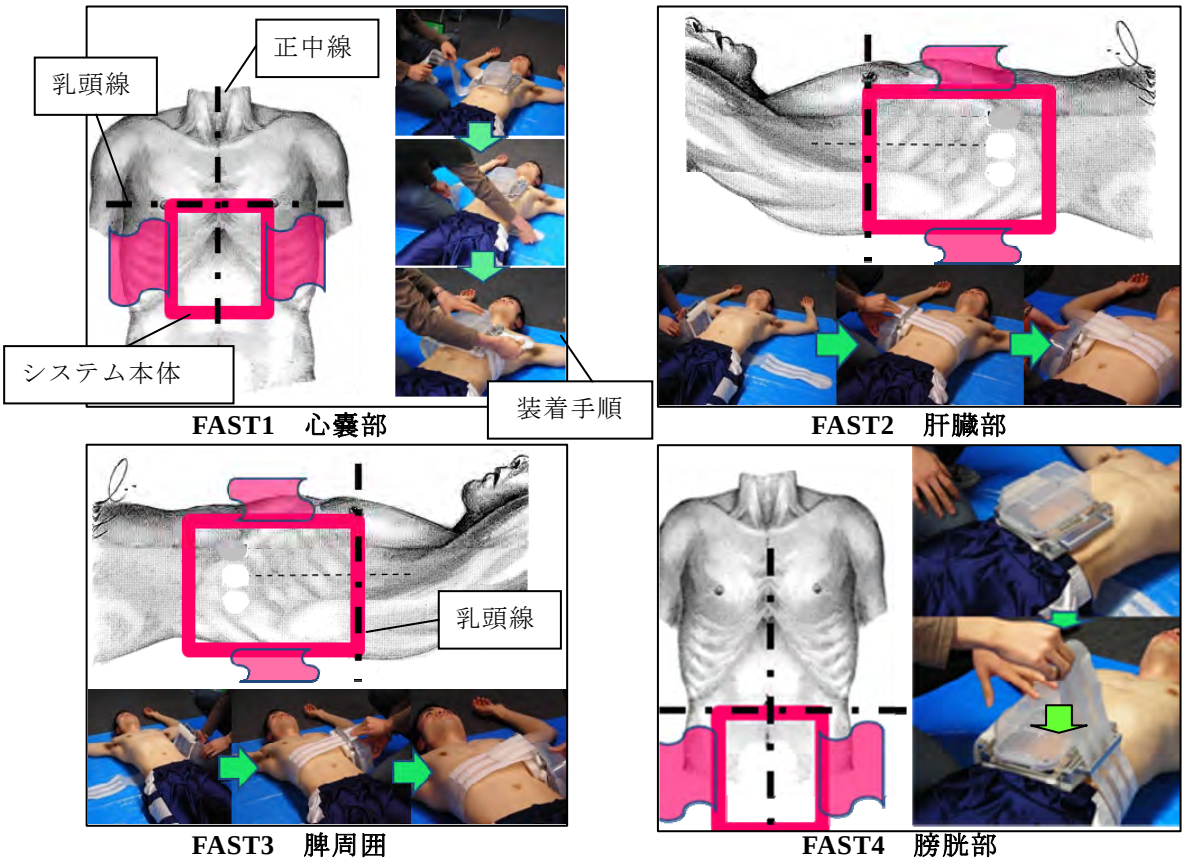


図 5　装着提示図（装着位置と装着手順）

各 FAST4 部位の目標装着位置は、遠隔操作によって FAST が実施可能となる範囲内に超音波プローブが収まる位置となっている。

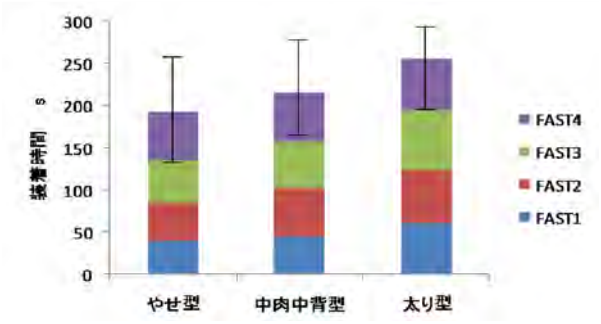
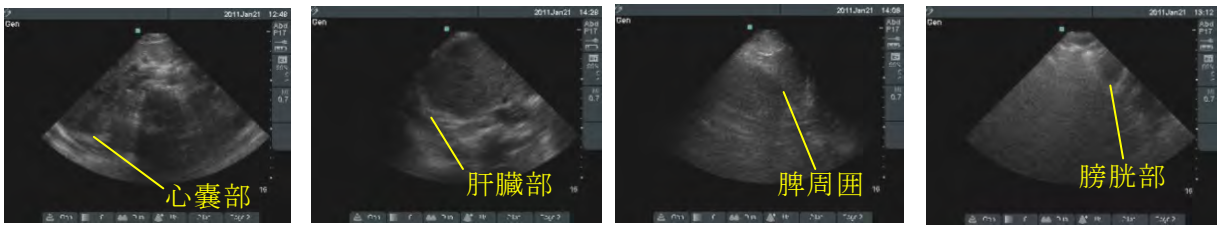


図 6　装着時間（N=9）

各 FAST4 部位の目標装着位置は、遠隔操作によって FAST が実施可能となる範囲内に超音波プローブが収まる位置となっている。救急隊員役の被験者数は 9 人で、各体型患者へそれぞれ装着を行った。

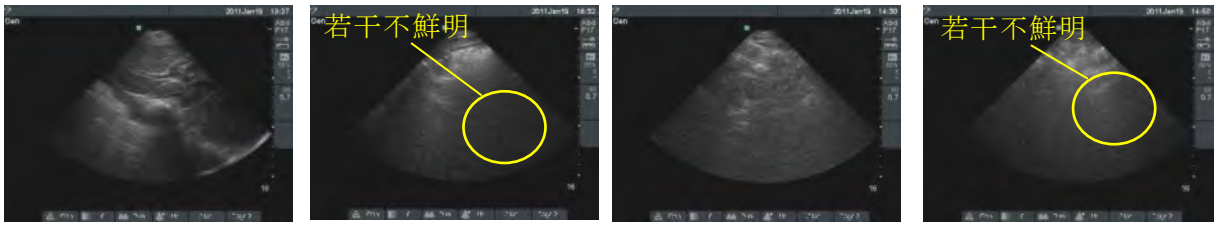
図 7　移動体下における診断性能評価試験の周回コース（早稲田大学周辺）

車内に 3 軸加速度センサを配置することで、加減速や走行環境変化時の車体振動成分を取得できるセットアップとした。



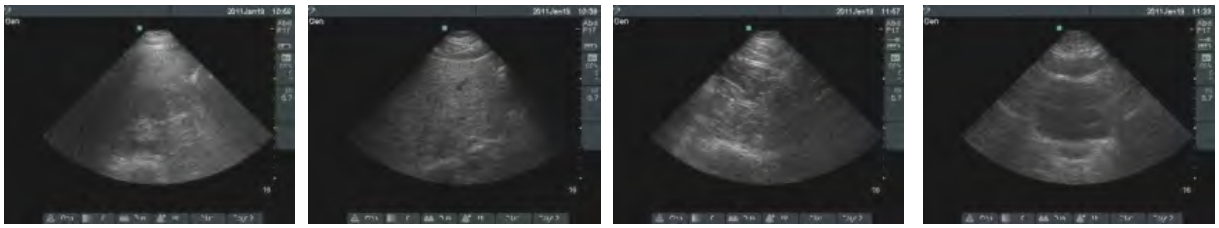
FAST1　FAST2　FAST3　FAST4

やせ型



FAST1　FAST2　FAST3　FAST4

中肉中背型



FAST1　FAST2　FAST3　FAST4

太り型

図 8　遠隔操作により得られたエコー映像（最大加速度発生時）

最大加速度が発生した場合でも、エコー映像を描出・維持できていることが確認される。しかしフレームレートの欠如などにより、一部不鮮明な箇所がみられる。

表 1　BMI を用いた体型分類

BMI *1	体型
19	やせ型
20 ~ 23	中肉中背型
24 ~	太り型

*1 BMI = (身長　m) / (体重　kg)^2

表 2　装着試験結果

FAST1、4 に関しては正中線を基準とし、左右方向の装着位置誤差を測定。FAST2、3 に関しては乳頭線を基準とし、頭尾方向の装着位置誤差を測定。

	FAST 1		FAST 4	
	左方向　cm	右方向　cm	左方向　cm	右方向　cm
やせ型	1.2	1.8	1.2	2.5
中肉中背型	0.7	2.7	2.0	1.4
太り型	2	0.6	2	1.5

	FAST 2		FAST 3	
	頭方向　cm	尾方向　cm	頭方向　cm	尾方向　cm
やせ型	1.7	1.4	0.6	0.6
中肉中背型	1.4	4.3	1.9	4.8
太り型	0	3	0	3.7

平成 23 年度　優秀賞　一般による消防防災機器の開発・改良

心肺蘇生中の心電図解析に基づく抽出波形の早期認知システムの開発、および検証

杏林大学
山口芳裕、宮内　洋
徳島大学大学院
大屋英稔
株式会社 CAE ソリューションズ
桐岡　茂、岡井貴之

1. はじめに

心肺停止患者に対する蘇生処置の要点は、「絶え間ない心臓マッサージ」と「早期の除細動」である。この除細動を実施すべき適応波形が出現しているか否かを判断するためには、いったん患者からすべての医療者が手を離し、かつ外部からの人為的な刺激を排除して波形を確認するという作業が必要となる。2005 年の AHA ガイドラインでは、5 サイクル（約 2 分）ごとの心リズムおよび心電図波形のチェックを定めているが、この方法に従うと、この時間の周期で一定期間の心臓マッサージの中断を余儀なくされることになり、蘇生処置のもう一つの要点である「絶え間ない心臓マッサージ」を阻んでしまうという重大な矛盾に直面する。このように、心電図波形を確認するためにすべての処置を中断させることは、患者の回復に重大な不利益をもたらす可能性がある。

このような背景から、われわれは、平成 17 年度から平成 22 年度にかけて、蘇生処置（心臓マッサージ）を講じながらも除細動を適用すべき心電図波形を早期に認知できるシステム、および機器の開発を目的とした総務省消防庁消防防災科学技術研究推進制度に基づく研究課題「心肺蘇生中の心電図解析に基づく抽出波形の早期認知システムの開発」、および「心肺蘇生中の心電図解析に基づく抽出波形の早期認知システムの臨床応用・実用化に向けた検証」を実施した。このようなシステムを実用化することにより、「絶え間ない心臓マッサージ」を講じながらも安全、かつ確実に除細動を適用すべき心電図波形を判断でき、迅速な搬送と早期除細動を両立させることが可能となる。そのため、心肺停止患者の蘇生率工場に大きな効果をもたらすことが期待される。さらに、一般市民による半自動除細動器（AED: Automated External Defibrillator）の使用に際しても、より安全、かつ確実な早期除細動を可能にし、プレホスピタルの蘇生処置の普及にも貢献することが期待される。本論文では、これら 2 つの研究課題において開発したシステムの概要、およびシステムの検証・有用性についてまとめ、最後に現状について報告する[1]。

[1] 本研究課題では、膨大な数の電図波形データを扱っている。また、AED に関する調査に関する調査も行っている。さらに、早期認知システムの試作に際しては、試行錯誤的な手順、」現地での電源ノイズ等の問題など、」様々な問題点に対して対策を講じているが、」これらの点については、」ここでは述べていないことに注意されたい。

2. 早期認知システムの開発

ここでは、総務省消防庁消防防災科学技術研究推進制度に基づく研究課題「心肺蘇生中の心

電図解析に基づく抽出波形の早期認知システムの開発」において開発した早期認知システムについて、その概要を述べる。早期認知システムの開発は、次のような 3 段階で実施した。

(1) 心電図波形データ収集システムの設計、および導入、および心電図波形データの記録・集積

(2) 心電図波形データの解析、および波形認知アルゴリズムの構築[2]

(3) 早期認知システムの有用性検証

[2] 詳細については、(2)で述べる。

以下に、上記の詳細について述べる。

(1)　心電図波形データ収集システムの設計、および導入、および心電図波形データの記録・集積

われわれの目的とするシステムは、心臓マッサージ実施中の心電図波形を解析し、その結果に基づき、除細動を適用すべきか否かを判定する機能を有するものである。そのため、蘇生処置が、心電図波形にどのような影響を及ぼすのかを検証する必要がある。そこで、われわれは、心電図波形データのみでなく、患者に処置が行われている際の映像、および音声データも記録可能なシステム（心電図波形データ収集システム）を設計し、杏林大学医学部付属病院高度救命救急センターに導入した。心電図波形データ収集システムは、心電図信号系システム（図 1）、映像系システム（図 2）、音声系システム（図 3）の 3 つのシステムから構成されている。これにより、患者に対し、「いつ」、「どのような処置が行われていて」、「そのときに心電図波形データがどのようになっているか」を確認することができるようになった。また、心電図波形データ収集システムに記録されるデータのみでなく、それ以前に杏林大学医学部付属病院高度救命救急センターにおいて記録されていた約 1,000 例の心電図波形データ、AHA データベース、MIT-BIH データベースに記録されている心電図波形についても正常同調律、心室細動、心室頻拍等の症例毎に整理・分類した。

(2)　心電図波形データの解析、および波形認知アルゴリズムの構築

(1)で記録・整理・分類された心電図波形データについて、まず周波数解析を行い、その特徴を整理した。その結果、図 4～6 のような特徴が確認された。図 4～6 をみるとわかるように、正常同調律波形では、1～1.2[Hz]付近に特徴的なピークがみられ、図 4 のようにその高調波が見られる場合もある。また、心室細動波形では、3～6[Hz]付近に特徴がみられることが多い。ただし、現状の AED では、2～10[Hz]の帯域に着目しているということである。一方、心臓マッサージは、1 分間に約 100 回のリズムで行うため、1.6[Hz]付近に大きなピークが見られることが確認できる。しかしながら、心臓マッサージ実施時には、次のようなことが生じるため、単純にフィルタ処理を行うと、有用な情報まで失ってしまうことになり、そういった手法では対応することができない。

- ●心臓マッサージ実施者によるリズム、圧迫の強さの差異
- ●患者の年齢、骨格等、心臓の強さなどによる差異

すなわち、これらのことを考慮した上で心電図波形に現れる心臓マッサージの影響を取り除き、心臓本来の電気的活動から得られるであろう心電図波形を抽出しなければならない。信号処理手法には、フーリエ変換、ウェーブレット変換等、様々な手法があるが、われわれは、次のように全く別の観点から、心電図波形を解析することとした。これは、通常の信号処理手法を用いた場合、サンプリング周波数、データ記録時間等によって、結果が異なるといったことに起因している。

① 蘇生処置中に得られる心電図波形を y(k) とし、その近似波形を次式のように構成する。ここで、Δはサンプリング間隔である。

式 1

$$\hat{y}(k)=\alpha_0+\sum_{i=1}^{M}\left(\alpha_i\cos\frac{2\pi ik\Delta}{T}+\beta_i\sin\frac{2\pi ik\Delta}{T}\right)$$
$$(k=1,2,\cdot\cdot N)$$

すなわち、$\alpha=(\alpha_0,\ \alpha_1,\ \alpha_2,\ \alpha_3,\cdot\cdot\alpha_M)$、$\beta=(\beta_1,\ \beta_2,\ \beta_3,\cdot\cdot\beta_M)$ を調整することにより、ŷ(k)と y(k)との誤差を出来るだけ小さくすることを考える。但し、*M*、及び *T* はそれぞれ設計パラメータである。そのため、目的関数

式 2

$$v(\alpha,\beta)=\sum_{k=1}^{N}\left(y(k)-\hat{y}(k)\right)^2$$

を $\alpha=(\alpha_0,\ \alpha_1,\ \alpha_2,\ \alpha_3,\cdot\cdot\alpha_M)$、$\beta=(\beta_1,\ \beta_2,\ \beta_3,\cdot\cdot\beta_M)$ によって最小化する次式の最適化問題を考える。

式 3

$$\underset{\alpha,\beta}{Minimize}\{v(\alpha,\beta)\}$$

この最小化問題は、以下の条件を満足する $\alpha=(\alpha_0,\ \alpha_1,\ \alpha_2,\ \alpha_3,\cdot\cdot\alpha_M)$、$\beta=(\beta_1,\ \beta_2,\ \beta_3,\cdot\cdot\beta_M)$ を見つけることと等価である。

式 4

$$\frac{\partial v(\alpha,\beta)}{\partial\alpha}=0$$
$$\frac{\partial v(\alpha,\beta)}{\partial\beta}=0$$

式 4 を満たすような、$\alpha=(\alpha_0,\ \alpha_1,\ \alpha_2,\ \alpha_3,\cdot\cdot\alpha_M)$、$\beta=(\beta_1,\ \beta_2,\ \beta_3,\cdot\cdot\beta_M)$ を探索するための手法として最大傾斜法を採用した。もちろん、他の最適化手法やニューラルネットワークなどを利用して、$\alpha=(\alpha_0,\ \alpha_1,\ \alpha_2,\ \alpha_3,\cdot\cdot\alpha_M)$、$\beta=(\beta_1,\ \beta_2,\ \beta_3,\cdot\cdot\beta_M)$ を探索することも可能である。

② 近似波形を構成する $\alpha=(\alpha_0,\ \alpha_1,\ \alpha_2,\ \alpha_3,\cdot\cdot\alpha_M)$、$\beta=(\beta_1,\ \beta_2,\ \beta_3,\cdot\cdot\beta_M)$ から、心臓マッサージによる影響（心臓マッサージ成分と呼ぶことにする）を次式によって推定する。

式 5

$$\hat{O}(k)=\sum_{i=1}^{M}\left(O_{\alpha_i}\cos\frac{2\pi ik\Delta}{T}+O_{\beta_i}\sin\frac{2\pi ik\Delta}{T}\right)$$

ただし、係数 $O_{\alpha i}$、$O_{\beta i}$ は、近似波形の特徴を現すパラメータとガウス分布を用いて決定する、あるいは統計処理によって得られた結果に基づいて決定するなどの方法を採用している。

③ 上記によって得られた心臓マッサージ成分 $\hat{O}(k)$ と蘇生処置中に得られる心電図波形を y(k)を用いて、心臓固有の電気的活動からえられるであろう心電図波形データを次式で推定する。

式 6

$$z(k)=y(k)-\hat{O}(k)$$

以上のようなアルゴリズムにより、蘇生処置中の心電図波形から、心臓本来の電気的活動から得られるであろう心電図波形データを次式で推定し、その波形に対して除細動を適用すべきか否かを判定する。なお、上記のアルゴリズムを波形認知アルゴリズムと呼ぶこととする。波形認知アルゴリズムに基づき、心電図波形を解析した結果の一例を図 6 に示す。このように、心臓マッサージによる影響を確かに除去することができていることが確認できる。

(3)　早期認知システムの有用性検証

本研究で目的とする早期認知システムについて、次のような手順によっての有用性を検証することとした。

① 心電図波形データ収集システムと波形認知アルゴリズを組み込んだPCを連動させ、

その結果をファイルに保存。

② 保存した結果ファイルを現状の AED に内蔵されている解析シミュレータへ転送し、除細動を適用すべきか否かを判定

③ 保存した結果ファイルを医師が目視で確認し、除細動を適用すべきか否かを判定

このようにして、「心電図波形の記録」、「波形認知アルゴリズムに基づく解析」、「解析結果に対する除細動を適用すべきか否かの判定」を現状の AED に内蔵されている判定システム、および医師による判定の双方をおこなうことで、提案するシステムが、確かに心臓マッサージによる影響を除去しており、心臓マッサージを講じながらも除細動を適用すべきか否かを判定できるということが明らかになった。

3. 早期認知システムの臨床応用・実用化に向けた検証

早期認知システムの臨床応用･実用化のため、システムの試作機（検証システムと呼ぶことにする）を設計し、杏林大学付属病院高度救命救急センターに導入した。ここでは、導入した検証用システムによって得られた知見についてまとめる。なお、ここで述べる成果は、総務省消防庁消防防災科学技術研究推進制度に基づく研究課題「心肺蘇生中の心電図解析に基づく抽出波形の早期認知システムの臨床応用・実用化に向けた検証」において得られたものである。

(1) 検証システムの概要

本研究で提案する早期認知システムの臨床応用、および実用化のために導入した検証用システムは、図 7 のような構成となっており、

① 患者から得られる心電図波形データ（元波形データ）を波形処理システムへ渡す

② 波形処理システムにより、心電図波形データを解析

③ AED 判定プログラムにより、元波形データ、波形処理システムから得られる波形データ（処理波形データ）の双方に対し、除細動を適用すべきか否かを判定

④ AED 判定プログラムによる判定結果を保存

⑤ 元波形データ、および処理波形データをモニタ表示、保存（除細動適用判定結果ファイルの一例を図 8 に示す）

なお、検証システムでは、処置中の映像データ、音声データも同時に記録している。すなわち、検証システムでは、心電図波形データの記録、解析、および除細動適用波形か否かの判定までの一連の処理をオンラインで実施することができ、本研究で提案する早期認知システムの試作機に相当するものとなっている。

(2) 早期認知システムの臨床応用・実用化に向けた検証

図 8 に検証システムで記録された映像データを示す。早期認知システムの臨床応用・実用化に向けた検証は、次のような２つの方法で実施した。

①　医療従事者による検証

- ●医療従事者が、検証システムで記録された映像データ、音声データと心電図波形データを照合
- ●心臓マッサージ実施時の処理波形データとその直前、直後に記録された心臓マッサージ間歇期の心電図波形データを抽出
- ●心臓マッサージ実施時の処理波形と心臓マッサージ間歇期の心電図波形との異同を確認

②　検証システムによる検証

- ●検証システムで記録された映像データ、音声データと心電図波形データを照合
- ●心臓マッサージ間歇期の心電図波形、心臓マッサージ実施時の心電図波形と処理波形データが連続的に記録されている時間を抽出
- ●抽出した時間における除細動適用判定結果について、元波形データと処理波形データについて異同を確認

以上のような方法で検証を行った結果、次のよ

うな知見を得た。

医療従事者による検証、および検証システムによる検証のいずれにおいても提案するシステムにおいて、心臓マッサージによる影響を確かに除去できており、処理波形データを確認すると、その直前、あるいは直後の心臓マッサージ間歇期に記録された心電図波形と同様な波形となっている。すなわち、心臓マッサージを講じながらも除細動を適用すべきか否かを判定することが可能であるという結論を得た。ただし、検証を進めていた段階で、次のような問題点も浮上した。

●検証システムで記録されるほとんどの症例が、Asystole（心静止）、あるいは PEA（無脈性電気活動）であるが、心臓マッサージ間歇期に Asystole であれば、その直前、あるいは直後に心臓マッサージ実施時の心電図波形を処理すると、フラットな波形となるはずであるが、何らかの信号が存在する場合がある。

●心臓マッサージを実施しているにも関わらず、その効果が全く見られない場合がある。

●心臓マッサージは、1 分間に 100 回のリズムで行われるため、周波数特性としては、1.6～1.7[Hz]付近に最も大きなエネルギーをもつ特徴的なスペクトルが見られるはずであるが、2[Hz]以上の帯域に特徴的なスペクトルが見られる場合がある。

このような問題点に対しては、波形認知アルゴリズムをカスタマイズし、対処することとした。その結果、上記の問題点に対しても正常に処理が実行されることを確認した。

(3)　今後の展望

(2)で述べたように提案する早期認知システムの有用性は確認され、下記のように実用化に向けた検討を既に開始している。

① システム概要（検討済）
② システム概観（検討済）
③ システムの動作概要
●心臓マッサージのリズムを一定に保つための機能 → 1 分間に 100 回のリズムを刻む音声出力機能付加
●安全性：動作を誤った場合に対するエラー処理（要検討）
④ システムの基本機能
●解析基本機能等（検討済）
●解析停止条件（検討済）
●使用方法の確立（一部検討済）
●使用上の注意事項、および使用法を誤った場合の対策（要検討）
⑤ システムの構造、ハードウェア構成
●モジュール構成（検討済）
●各モジュールの機能（検討済）
●AED との連携部分（インターフェース）等（要検討）
⑥ システム動作モード（検討済）
⑦ ソフトウェア構成（検討済）
●プログラム仕様、プログラムフロー（検討済）
●プログラム関連図（検討済）
⑧ ファイル設計
●データ仕様（検討済）
●入出力ファイルフォーマット（検討済）
⑨ 動作試験計画
●機能別テスト、全システムテスト（要検討）
●テスト項目策定（要検討）

今後は、要検討課題への取り組み、および検証システムによる安全性・有用性の確認を継続して実施しつつ、実用機の開発を行う。次のような手続きを踏むことで、早期認知システムの実用化を推進していく予定である。

4.　おわりに

本論文では、平成 17 年度から平成 22 年度にかけて、蘇生処置（心臓マッサージ）を講じながらも除細動を適用すべき心電図波形を早期に認知できるシステム、および機器の開発を目的とした総務省消防庁消防防災科学技術研究推進

制度に基づく研究課題「心肺蘇生中の心電図解析に基づく抽出波形の早期認知システムの開発」、および「心肺蘇生中の心電図解析に基づく抽出波形の早期認知システムの臨床応用・実用化に向けた検証」において得られた成果について述べた。提案する早期認知システムは、心配停止患者に対する重要なコンセプトである「絶え間ない心臓マッサージ」を講じながらも除細動を適用すべきか否かを得られる心電図波形データを解析することによって判定できるという特長を有している。現在、早期認知システムの試作機開発まで完了しており、今後は、メーカとの協議も含め、実用化に向けて着実に研究を進めていきたいと考えている。

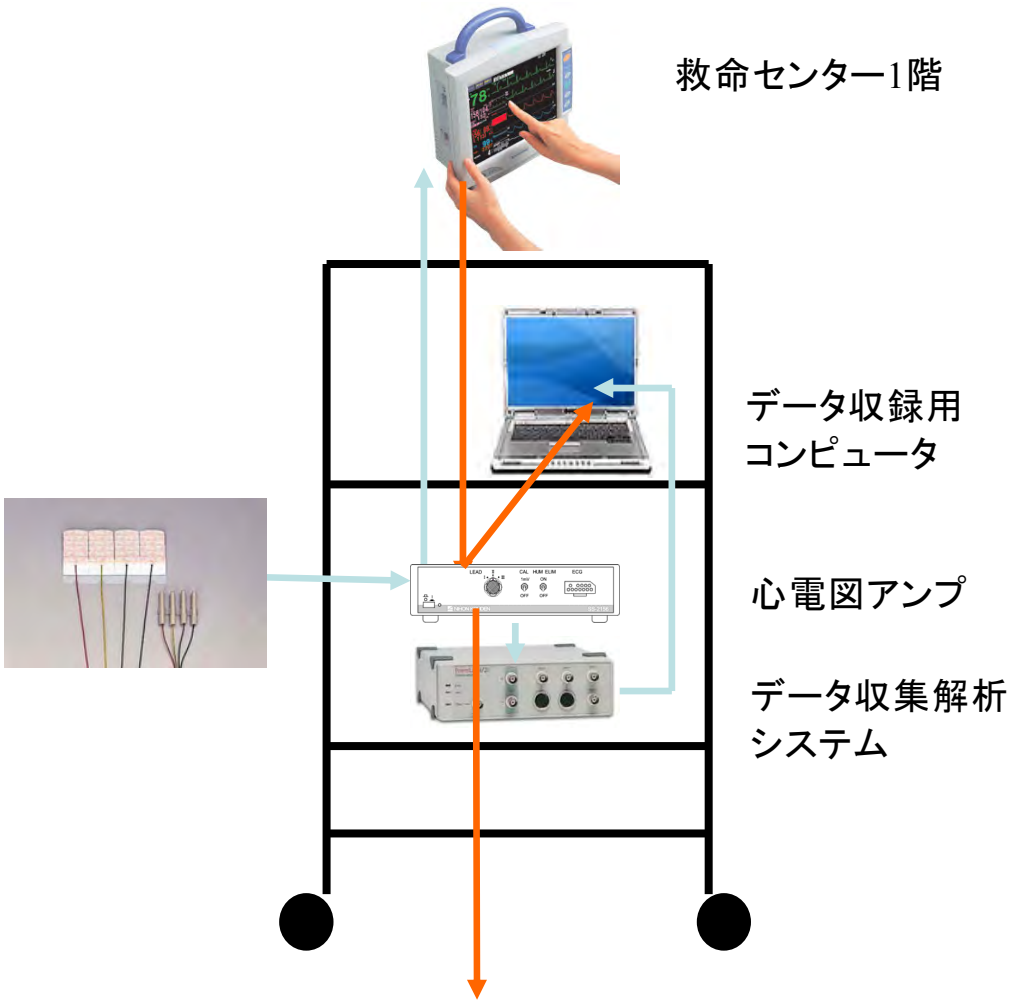


図 1　心電図信号系システム

心電図信号系システムでは、患者の心電図波形を記録するとともに、波形データを解析処理部（PC）へ転送する。

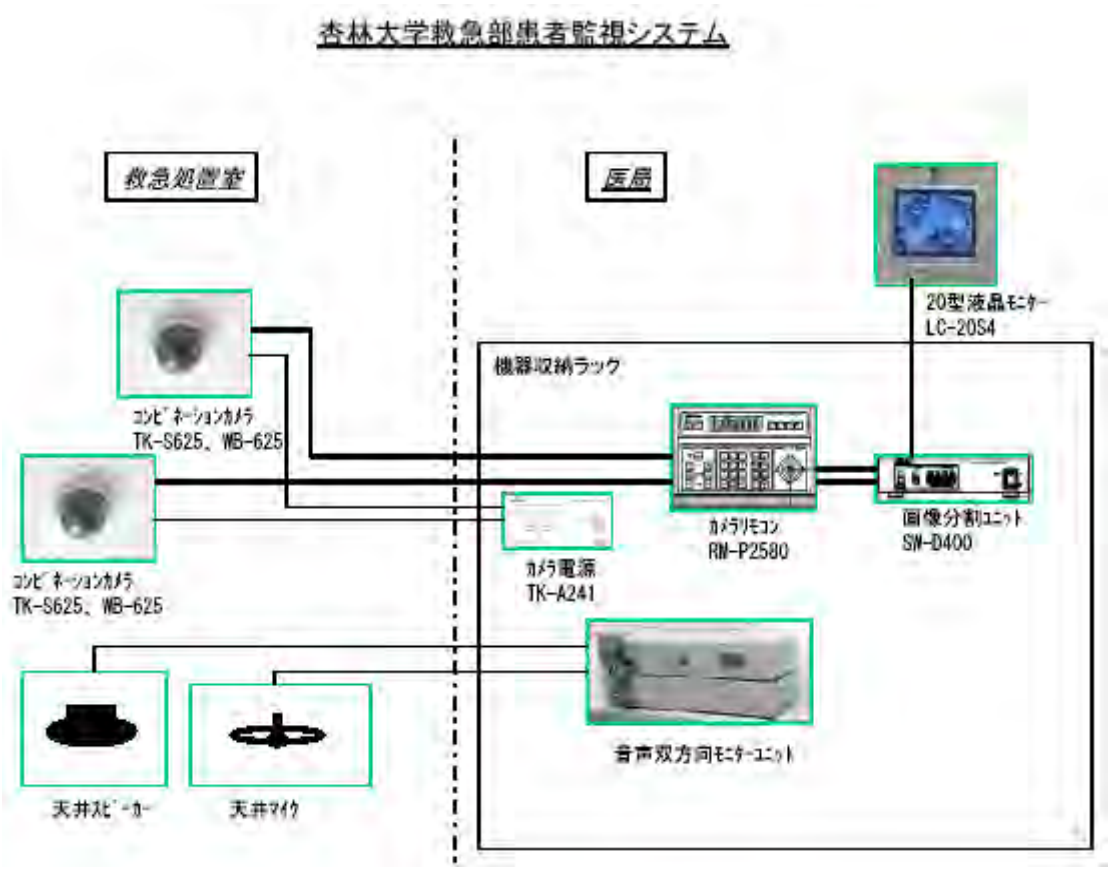


図 2　映像系システム

映像系システムでは、患者にどのような処置が行われているのかを確認できるように動画として保存している。

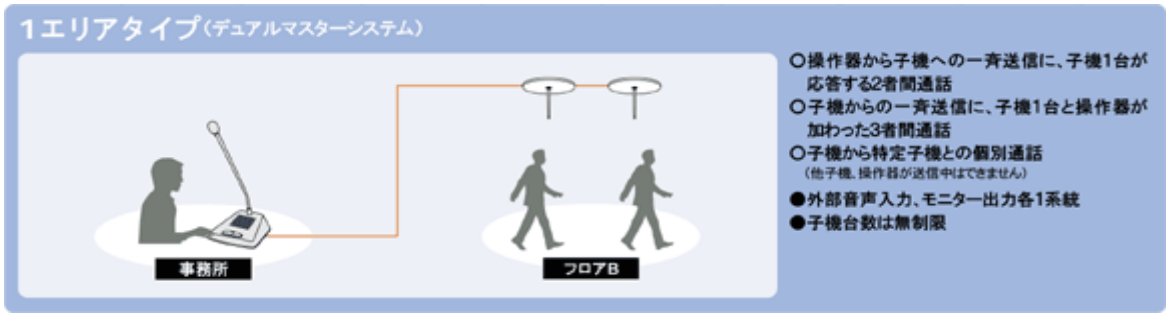


図 3　映像系システム

音声系システムでは、患者に処置が行われている際の音声を記録する。

図 4　正常同調律波形の周波数解析結果

上段が正常同調律波形、下段が周波数解析結果であり、一般に脈拍が 60～80 なので、1～1.2[Hz]付近に大きなピークが見られる。また、図 4 のように高調波がみられる場合もある。（見られない場合もある）

図 5　心室細動波形の周波数解析結果

上段が心室細動波形、下段が周波数解析結果であり、３～６[Hz]付近に特徴がみられることが多い。

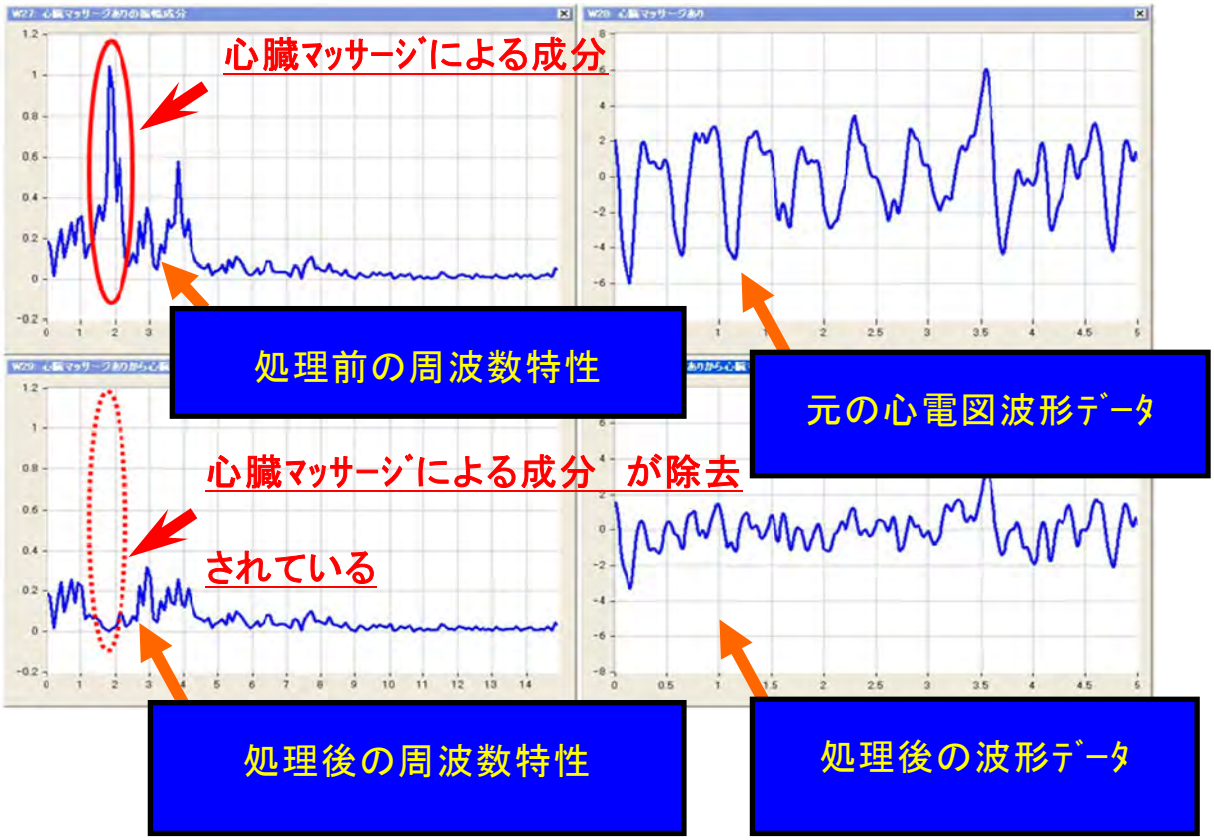


図 6　早期認知システムにおける処理結果の一例

右上が蘇生処置中記録された心電図波形データ､左上がその周波数特性を示している｡また、右下が処理結果の波形、左下がその周波数特性となっている。図からわかるように、1.7[Hz]付近の心臓マッサージによる影響が除去されていることがわかる。

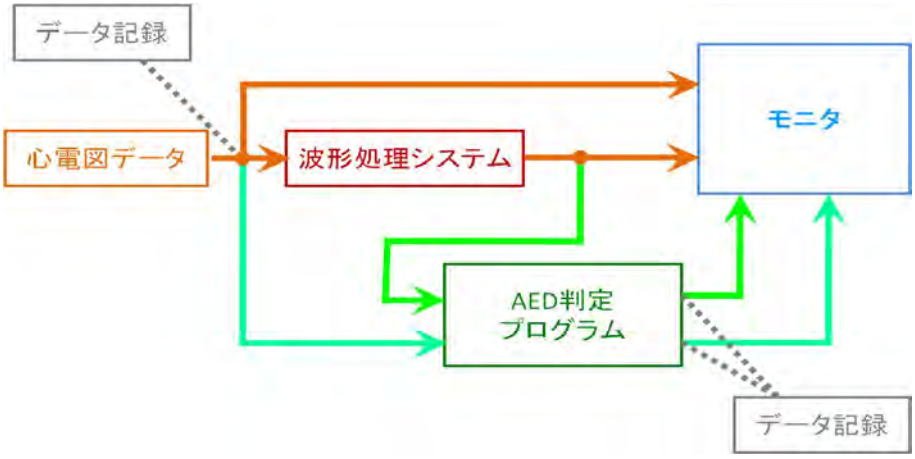
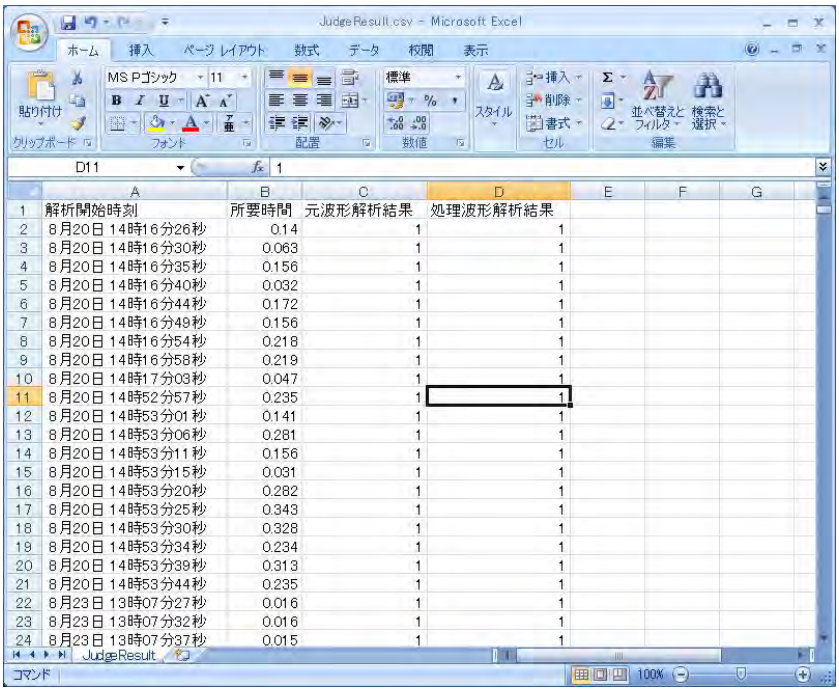


図 7　早期認知システムの試作機（検証システム）の構成

波形処理システムは、波形認知アルゴリズムに基づいて心電図波形データを解析・処理を行う部分であり、AED 判定プログラムは、現状の AED に内蔵されている除細動判定プログラムであり、記録された心電図波形データ、および波形処理システムで処理を行った波形データの双方について除細動を適用すべきか否かを判定し、その結果を記録・保存する。



	A	B	C	D
1	解析開始時刻	所要時間	元波形解析結果	処理波形解析結果
2	8月20日 14時16分26秒	0.14	1	1
3	8月20日 14時16分30秒	0.063	1	1
4	8月20日 14時16分35秒	0.156	1	1
5	8月20日 14時16分40秒	0.032	1	1
6	8月20日 14時16分44秒	0.172	1	1
7	8月20日 14時16分49秒	0.156	1	1
8	8月20日 14時16分54秒	0.218	1	1
9	8月20日 14時16分58秒	0.219	1	1
10	8月20日 14時17分03秒	0.047	1	1
11	8月20日 14時52分57秒	0.235	1	1
12	8月20日 14時53分01秒	0.141	1	1
13	8月20日 14時53分06秒	0.281	1	1
14	8月20日 14時53分11秒	0.156	1	1
15	8月20日 14時53分15秒	0.031	1	1
16	8月20日 14時53分20秒	0.282	1	1
17	8月20日 14時53分25秒	0.343	1	1
18	8月20日 14時53分30秒	0.328	1	1
19	8月20日 14時53分34秒	0.234	1	1
20	8月20日 14時53分39秒	0.313	1	1
21	8月20日 14時53分44秒	0.235	1	1
22	8月23日 13時07分27秒	0.016	1	1
23	8月23日 13時07分32秒	0.016	1	1
24	8月23日 13時07分37秒	0.015	1	1

図 8　除細動適用判定結果ファイルの一例

検証システムにおいて記録される除細動適用判定結果を記録したファイルである。解析開始時刻、解析に要する時間（所要時間）、元波形データ、および処理波形データが除細動を適用すべき波形か否かを示している。除細動を適用すべき波形の場合「1」、そうでない場合「2」となる。

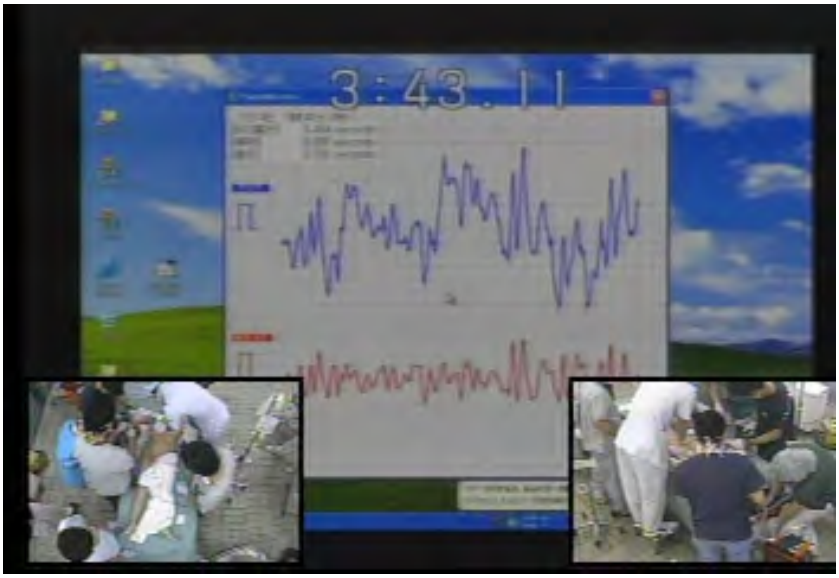


図 9　検証システム稼動時の映像データ

図中、画面中央の青色の波形が患者から直接得られる心電図波形データ、赤色の波形が波形処理システムによって処理した波形データであり、それぞれ波形凡例の下部に AED 判定プログラムによって得られる除細動適用判定結果（除細動を適用すべきと判定された場合は「○」、そうでないばあいは「×」）が表示される。また、画面左下、右下の映像は蘇生処置中のものであり、心電図波形データとリンクしている。

平成 23 年度　優秀賞　一般による消防防災科学論文

電線延焼現象に対する理論予測法の提案

北海道大学大学院
中村祐二、東谷圭祐、巖上純也

1. はじめに

電気火災は全火災件数に占める割合は目立たないが、それが引き起こす被害は深刻な場合が多い。例えば火源の持ち込みが著しく制限される航空機においても配線短絡などが原因となる火災事例は年間数件あり、その被害は無視できない。米連邦航空局（FAA）は航空機事故率を下げるため、2007 年に電気火災に関する安全規格の見直し・改定を行った[1]。もちろん家庭内でのコンセントからの出火事例は定常的に報告されている。これらの例に示されるように、出火原因の多数を占める「放火」「調理場」などの人為的な火災とは異なり、明確な火源と思われるものがなくても配線自体が原因となって火災が「起きてしまう」ことが電気火災の脅威といえよう。したがって、電気火災、とりわけ電線火災に対する安全性を確保するには、「火源」である電線の燃焼特性を知ることからはじめねばならない。

我々は電線燃焼過程の理解ならびに火災危険性の評価を行うことを目的とし、様々な実験的検討を行ってきた[2]-[6]。繰り返し精度の向上、現象の簡素化を目的として電線を模擬したサンプル（模擬電線）を用いることで基礎知見を蓄積してきた。本報ではそれらのデータを使って電線燃焼モデルを構築（提案）・検証し、提案されたモデルが模擬電線のみならず実電線の延焼特性を記述し得るかどうかを確かめたものである。

2. 電線燃焼における物理過程とモデリング要素

電気配線には電気絶縁材として軽量且つ安価なポリマーが使われるが、これが火災時には「燃料」として働く。その「燃料」は高い電気伝導性を持つ導電体（銅線）の上に被覆されている。そのため、電線燃焼を物理的に解釈すれば、ポリマー燃焼でありながら、通常の固体燃焼にはない「（被燃焼物：ポリマーに接する）金属を通じた熱輸送」経路が加わった系と考えられよう。ただし、熱伝導媒体として働き得る金属はポリマーよりも密度が高いため、同じ体積を加熱するのに要する総熱量が大きい。この意味で、金属は熱伝導媒体として熱輸送を促進し、延焼を加速させる要素と同時に、ヒートシンクとして延焼を原則させる要素を併せ持つ。これらのうちいずれかがも片方を卓越すれば話は簡単になるが、両方とも同程度の場合は、両方ともが延焼メカニズムの支配要素となりえる。実際、電線燃焼においては（残念ながら）後者のように「両者が拮抗する」ため、現象の予測にはこれらを同時に考慮しなければならないことは我々自身で確認している[例えば 2]。ここに電線燃焼のモデリングを完成させるための秘策があり、申請者はこの効果を簡素な電線延焼特性を一般的に記述できる方法論を考案し、電線燃焼の物理モデルの作成を試みた。以下、その詳細を簡単に説明してゆこう。

3. 実験

3.1 実験装置

電線に関する安全性（延焼性）の規格試験には JIS-C3005 がある。詳細は参考文献に譲るが（文献 7)、電線を図 1 のように水平あるいは角度をつけて両端固定で設置し、片端近くに定格熱量を与えて電線を加熱して着火をもたらす。火炎が形成されても電線上をある一定時間以上燃え拡がらなければ「安全」とみなされる。本研究で用いた実験装置は基本的に JIS-C3005 と同一であるが、加熱部が異なる（後に示すように定格熱量ではなく過剰な熱量を電熱線により提供して強制着火をもたらす)。

図 2 に実験装置の概要を示す。雰囲気を制御できる燃焼チャンバ内部に水平に設置された試料ホルダに燃焼試料（電線）を取り付ける。片端付近にはニクロムコイルが設置されており、通電により燃焼試料を強制加熱する。十分加熱されると電線の被覆材であるポリマー（ここではポリエチレン）が溶融・熱分解を経て燃焼が開始し、ポリマーを消費し尽くしてゆく。そのため、火炎は未燃ポリマーが残る右方向に向かって動く（いわゆる火炎燃え拡がりが実現される)。この移動速度は一般に「燃え拡がり速度」と呼ばれ、火災の延焼拡大の程度を表す特性値として扱われる。それと同時に火災高さなどの火災の規模を示すスケールもしばしば火災の程度を表す特性値として扱われる。我々の目的は、異なる電線におけるこれらの特性値を「実験せずに」予測する方法論を提案・検証することにある。

3.2 実験試料（模擬電線）および結果

ここではまず模擬電線で得られた結果を示す。模擬電線とは本試験のために「製作」した電線を模擬した試料であり、3 種類の金属（ニッケルクロム合金：NiCr、鉄：Fe、銅：Cu）を心線としてその上に純粋なポリエチレンを均一に被覆したものである。心線径およびポリエチレン被覆厚みを変化させることで 3 パターンの外径（0.7mm、0.8mm、1.0mm）の模擬電線を作成した。それぞれ心線の直径および被覆厚さの内訳は以下の通りである。

外径 0.7mm : 心線径 0.3mm、被覆厚さ 0.2mm

外径 0.8mm : 心線径 0.5mm、被覆厚さ 0.15mm

外径 1.0mm : 心線径 0.7mm、被覆厚さ 0.15mm

この組み合わせを上記の 3 種類の金属心線全てに作成し、最終的には 9 種類の模擬電線を用意した。以後、電線名称を[金属種][電線外径]を組み合わせて表記する（例：ニッケルクロム合金心線で外形 0.8mm の電線は「NiCr0.8（または NiCrφ0.8)」と表記される)。模擬電線に用いた材料緒言を表 1 にまとめる。表 1 からわかるように熱伝導率は各金属線によって大きく異なる。この違いは金属線を通じた熱輸送量を人為的に変化させることに役立つ。以下、模擬電線の燃焼試験結果を述べる。

図 3 に代表的な火炎写真を示す。火炎写真から各種模擬電線上に形成される火炎形状は様々であることがわかる。熱伝導率の高い金属線（Cu 電線)を用いると火炎幅が広がることが特徴的である。興味深いことに、例えば NiCr(φ)0.8 と Fe(φ)0.7、Fe(φ)0.8 と NiCr(φ)1.0 などを比べて見ると明白であるが、異なる組み合わせであっても火炎形状はほぼ同じとなる。このことは、火炎形状は電線個々の特性値として考えるには適さないことを意味する。

図 4 に代表的な電線（NiCr(φ)0.8）を用いた際の火炎先端の時間履歴を示す。溶融したポリエチレンの複雑な動きがあるものの、概ね火炎は一定速度で進行することがわかる。この傾向は本稿で扱う全ての模擬電線に共通して適用されることは確認済みである。すなわち、この燃え拡がり速度とは、電線に固有な値（＝固有値）となり得ることが推測される。ところが、注意深く燃え拡がり速度を分析してゆくと、例えば図の(a) (b)のような周囲圧力が異なる場合では傾き、すなわち燃え拡がり速度が異なることに気づく。別の言葉で表現すれば、初期値の違い

により燃え拡がり速度は変化するのである。以上をまとめると、燃え拡がり速度とは電線が決まれば決まるものではなく、電線と燃焼環境を定めたとき、いうなれば「系が確定したときにある一つに決まる値」として認識されるべきものである。この意味で、燃え拡がり速度は「系の固有値」として扱われるべき物理量となる。我々の目的はこの速度に対応する特性値を予測することであることは既に述べたとおりであるが、その予測式には電線の特性値のみならず周囲空間の特性値などの「系の特性値の影響」を全て含める必要があることが推察される。

なお、先ほど「異なる電線の組み合わせによりほぼ同一の火炎形状を実現される」ことは述べた。では両者において燃え拡がり速度も同じになるかといえば、実は全くそうはならない。この事実は、火炎形状だけで燃え拡がり速度が決まるわけではないことを意味する。では、燃え拡がり速度を確定するためにどのように考えればよいのか？　－この問いに答えるためには、電線燃焼のメカニズムに立ち返り、電線燃焼を主に支配し得る物理過程のみ抽出した「(簡略化された）物理モデル」をたてることから始めなければなるまい。以下に、このモデル化をどのようにすればよいかを説明する。

4. 電線燃焼モデリング

4.1 熱伝導一次元モデルの提案

2 節で触れたとおり、電線燃焼には通常の固体燃焼と異なり、電線を通じた熱伝導および電線そのものの温度上昇を妨げる効果を両方の効果を考えなければならない。さらに周囲環境の変化に対応した効果も含める必要がある。少なくともこれらの過程を再現可能な物理モデルの構築が望ましい。もちろん、これらを全て詳細に考慮すると 3 次元場での複雑な熱輸送過程をモデル化しなければならないが、これでは「予測式」を与えることにはならない。問題は「如何に簡略化されたモデルで現象の骨子を表現するか」ということなる。

この簡略化に対して、本問題では「電線に沿った一次元熱伝導問題」として扱うことにしてみよう。こうすれば、少なくとも前者の「電線特有の拮抗する熱効果」をモデルに含めることが可能である。周囲環境の変化に対応した効果については後に示すように補間モデルとしてこれに組み込むことで対応する。具体的な解析モデルを図 5 に示す。

次に現象を支配する方程式を考えてみよう。燃え拡がり現象は「定常現象」であるという観測結果を鑑み、動く火炎に乗った座標で考えることにすれば、定常問題として扱えばよいことになる。このとき、電線に沿った温度分布は燃え拡がり速度に応じて確定するはずである。溶融部より上流にある未燃領域への熱流束は、自身の移流項と PE への伝熱損失（Q_{loss}）とでバランスすると考え、これを式で表すと下記のようになる。

$$\rho_c C_c \left|V_{sp}\right| \frac{dT}{dx} A_c = \lambda_c \frac{d^2T}{dx^2} A_c - \dot{Q}_{loss} \cdot 2\pi r_c$$

（添え字 C は金属線を表す。他の記号については図 5 内記号一覧を参照）

これを無次元表示すると以下のようになる。

$$\frac{d^2T^*}{dx^{*2}} = Pe\frac{dT^*}{dx^*} + \Lambda\left(\frac{dT^*}{dr^*}\right)_{r=r_c}$$

ただし、

$$Pe \equiv \frac{L\left|V_{sp}\right|}{\frac{\lambda_c}{\rho_c C_c}} = \frac{L\left|V_{sp}\right|}{a_c} \quad \left(\because a_c = \frac{\lambda_c}{\rho_c C_c}\right),$$

$$\Lambda \equiv \frac{L^2}{R}\frac{2\pi r_c}{A_c}\frac{\lambda_s}{\lambda_c}$$

ここで Pe（ペクレ数）は移流項と軸方向拡散項との比を、Λ は軸方向拡散項と半径方向拡散項の比を表す無次元数である。上記の式から同じ Pe と Λ であれば温度分布は完全に一致するこ

とになる。その意味において Pe と Λ は系の特性を決める特性無次元パラメータである。次にこれらの関係について考えてみることにしよう。もし Pe と Λ が独立でなくある関係を保つとすれば、系の特性無次元パラメータは 2 つから 1 つに減ることになり、極めて都合がよい。さらにその関係式から燃え拡がり現象を代表する特性値を求めることができると期待される。

さて、求めるべき課題が明確になったところで、無次元数の評価に一つの重要な仮定を含めることにしたい。ここでは代表長さとして軸方向と半径方向で異なるものを用いる ― より具体的には軸方向と半径方向の代表長さ（それぞれ L と R）には計測値である火炎幅および既知量の電線径をとる。ここで「なぜ代表長さ L に火炎幅を取るのか？」という疑問が生じると思うが、これは「火炎から電線が直接受ける加熱」を代表したものとして考え、燃え拡がり現象に当たる気相側の寄与を代表したものと考えていただければよい。火炎形状は電線種のみならず周囲環境によっても変化する（例えば図 3 のように圧力を変化させると変化する）ため、L は前述した「周囲環境の変化」を間接的に考慮できるパラメータであるともいえよう。いずれにせよ、L を導入することで一次元問題であっても多次元の輸送現象を暫定的に考慮できることになる。この是非はさておき、これらの無次元数を用いて全ての試験条件のデータを整理した結果をご覧いただこう（図 6）。

図から明確にわかるように、この物理平面（Pe―Λ 平面）上において、全ての模擬電線燃焼データは「統一的に表記されている」ことがわかる。すなわち、この平面内におけるデータをよく近似できる傾き：Pe/Λ は電線種などに拠らずほぼ一定となるのである。この結果の物理的な意味は Pe/Λ＝Kx（燃え拡がり速度：Vp）/（火炎幅：L）であることを考慮すれば（ただし K は比例定数）、各電線燃焼時に定義される火炎の滞在時間（τ＝L/Vsp）の逆数が、電線の特性値である比例定数によって唯一に決まることを意味する。電線燃焼の特性値を従来のように燃え拡がり速度で考えるのではなく、火炎幅の影響も含めた τ で代替させるとすれば、図 6 は電線燃焼の特性直線を与えていることになるともいえよう。

4.2　提案モデルの汎用性の検証

さて、工学的な意味における最大の興味は「模擬電線を用いて提案された上記のモデルおよび概念が実電線でも適用されるかどうか」である。模擬電線のスケールだけで成立する概念であれば、上記の提案は実電線の燃焼特性を知るには使えない。そこでこれを検証した結果を最後に紹介しよう。検証のために用いられた実電線はポリエチレンが主成分の低ハロゲン電線（いわゆるエコマテリアルケーブル：EM 電線として知られるもの）である。

表 2 に試験に用いた EM 電線の緒言を示す。コア数が 1、4、10（それぞれ 1C、4C、10C と表記する）と異なる 3 種類の EM 電線を用意して燃焼試験を行った。着火および観察方法は模擬電線と全く同様である（ただし着火までの加熱時間は電線によって調整している）。代表的な燃焼試験中の火炎燃え拡がりの様子を図 7 に示す。図からわかるように、電線上に形成される火炎は時々刻々と形を変えつつ平均的な火炎幅は最初は徐々に拡がるものの、一端に「燃え切り」が生じた後は、平均的な火炎幅はほぼ一定となる。この平均的な火炎幅を L として EM 電線での Pe と Λ を得る。すなわち各 EM 電線の延焼状態につきそれぞれ固有の Pe と Λ の組み合わせが存在する。これを Pe－Λ 平面上にプロットしたものが図 8 になる。図には先ほどの模擬電線のデータの一部を掲載しているが、図から明らかなように実電線のデータは模擬電線によって得られるデータと同じ直線上に位置することがわかる。これはすなわち、ここで提案された予測手法は模擬電線のみならず実電線にも適用可能であることを示している。

5. おわりに

様々な種類の模擬電線および実電線を用いた電線燃焼に関する検討を行い、広範囲における電線燃焼の特性値を予測するモデルを提案した。実験結果から Pe および Λ という無次元数で整理することで、全てのデータがその物理平面内で直線上に乗ることを確認した。この直線の傾きは、電線燃焼の被害を示す特性値として、燃え拡がり速度と火炎スケールの両方を含む「（火炎の）滞在時間：τ」の逆数と電線特性値で決まる比例定数を乗じたもので与えられるため、この傾きを「実験定数」として用いると「電線種が決まればτが決まる」ことになり、電線特有の燃焼特性値（τ）を初期値から決めることができる。現状は「実験定数」として与える傾きの絶対値は被燃焼物の成分に関するであろうから、今後も本理論予測法の改善を行ってゆきたい。

謝辞

本研究は科学研究費補助金(#21681022)、(独)原子力安全基盤機構（JNES）による支援を受けて行われた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

[1] http://www.fire.tc.faa.gov/index.htm

[2] Nakamura, Y., Yoshimura, N., Matsumura, T., Ito, H., and Fujita, O., "Confined Effect on Flame Spread over Polymer-Insulated Electric Wire in Sub-atmospheric Pressure," Proc. 6th Asia-Pacific Conference on Combustion, Nagoya, Japan (2007.5), pp.198-201

[3] Nakamura, Y., Yoshimura, N., Matsumura, T., Ito, H., and Fujita, O., "Opposed-wind Effect on Flame Spread of Electric Wire in Sub-atmospheric Pressure," Journal of Thermal Science and Technology, Vol.3, No.3 (2008), pp.430-441.

[4] Nakamura, Y., Yoshimura, N., Matsumura, T., Ito, H., and, Fujita, O., "Flame Spread over Polymer-Insulated Wire in Reduced Pressure Environments: Similarity to Microgravity Phenomena," Progress in Scale Modeling, Springer-Verlag, New York NY, pp.17-28, (2008)

[5] Nakamura, Y., Yoshimura, N., Ito, H., Azumaya, K., and Fujita, O., "Flame Spread over Electric Wire in Sub-atmospheric Pressure," Proc. Combust. Inst., Vol.32 (2009), pp. 2559-2566.

[6] 中村祐二、東谷圭祐、若月薫、伊東弘行、藤田修、"低圧環境下における電気ケーブル延焼現象に関するモデリング"、平成 22 年度日本火災学会研究発表会概要集、札幌（2010.5）、pp.84-85.

[7] 日本工業標準調査会、 # JIS C-3005:2000、2000

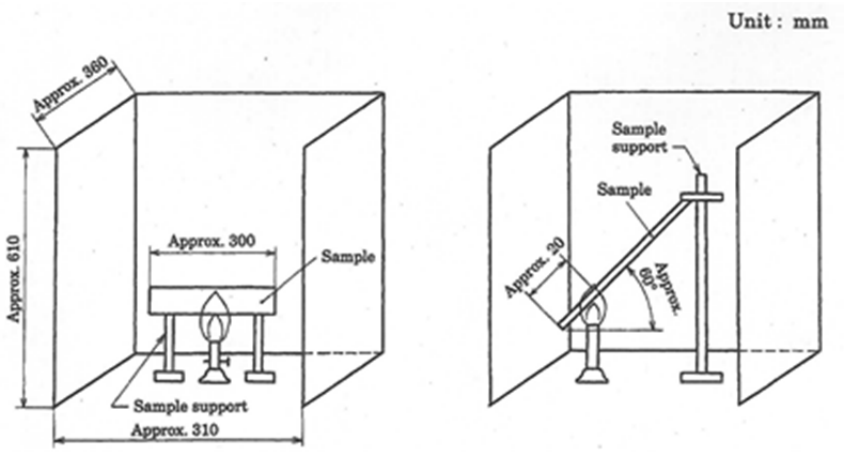


図 1　JIS C3005 によるケーブル燃焼評価試験（左：水平試験、右：60 度試験）

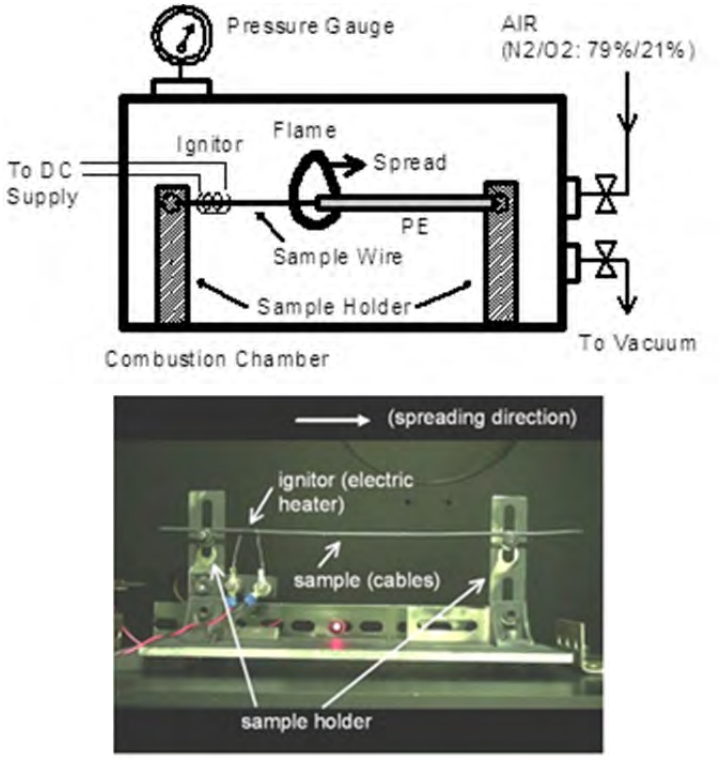


図 2　本研究で用いた実験装置概要（上：模式図、下：直接写真）

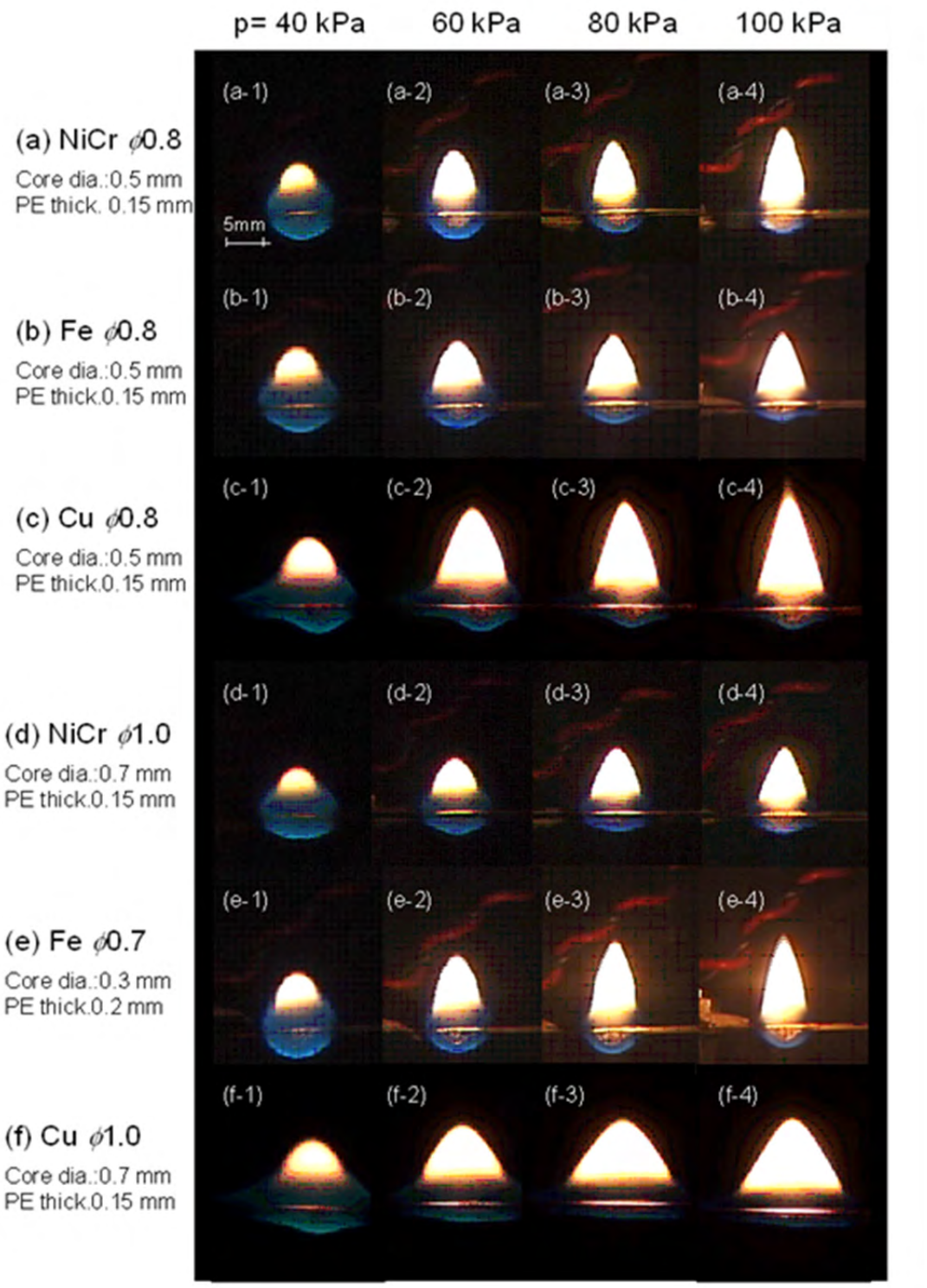


図３　各種模擬電線の燃え拡がり時に形成される火炎形状
（周囲環境の変化の例として圧力を変化させている）

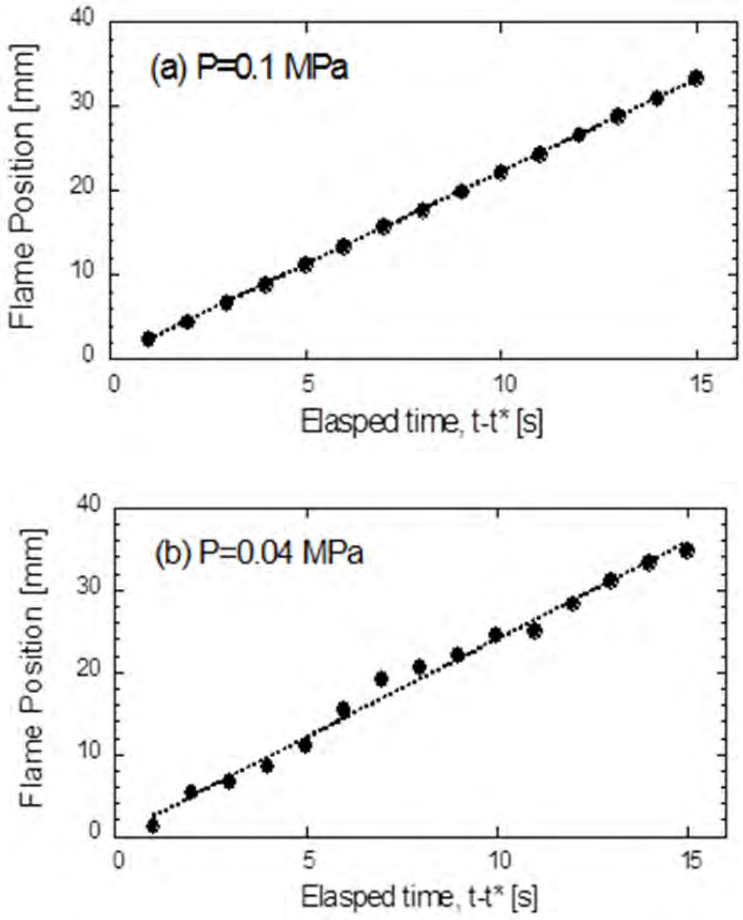


図 4　NiCr0.8 電線における火炎先端位置の時間履歴（上：常圧、下：低圧）

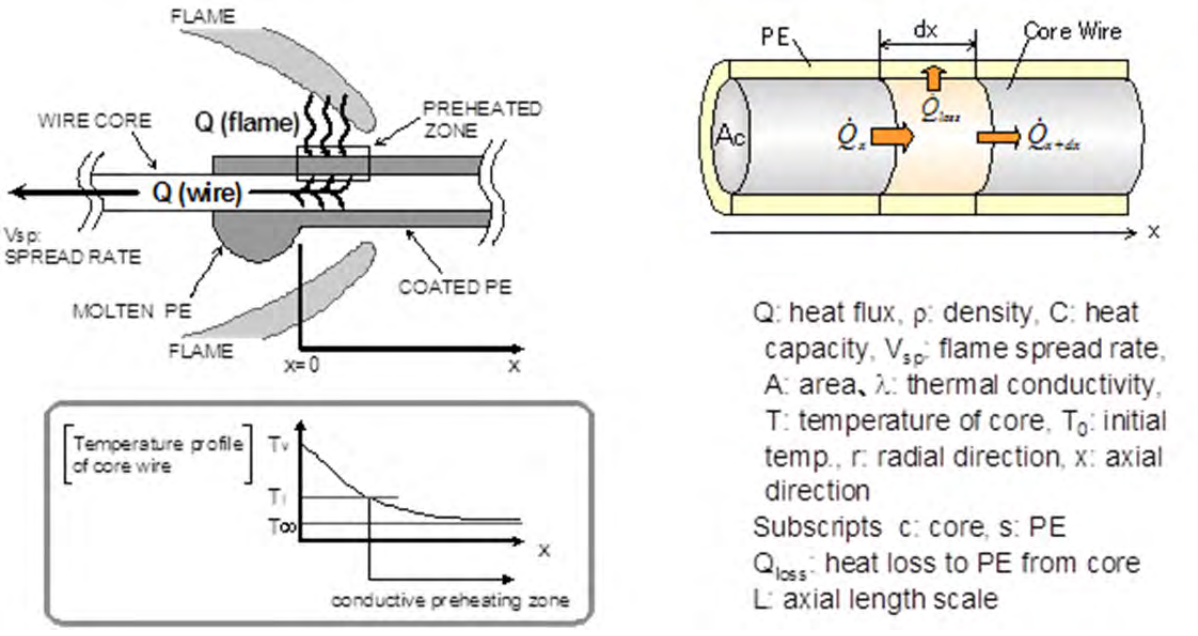


図 5　本研究で導入した一次元熱伝導モデルの概要

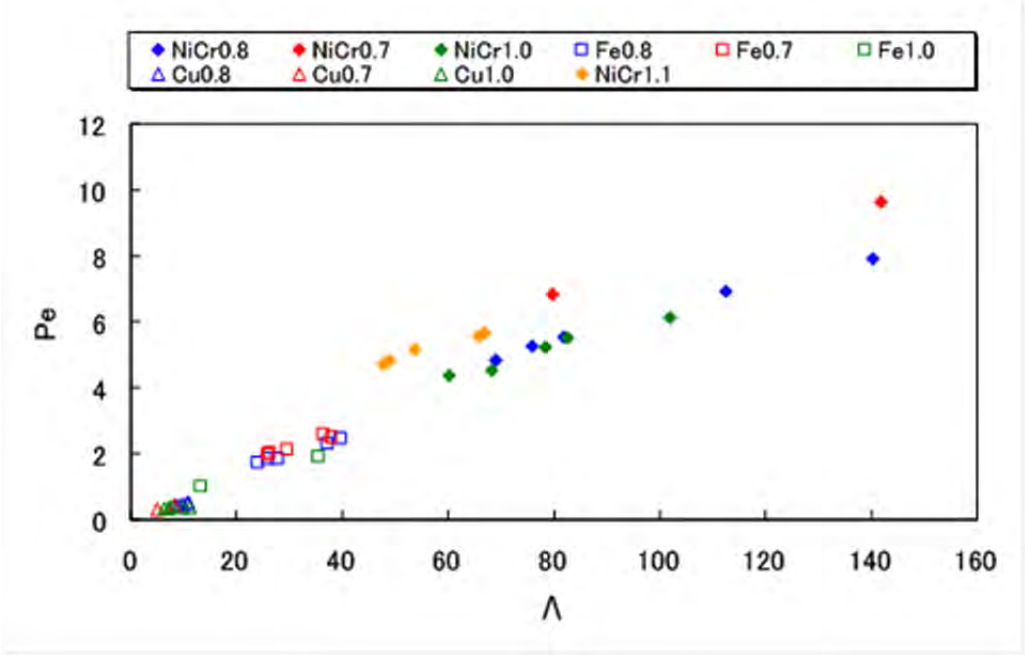


図 6　模擬電線の結果を Pe－Λ平面にまとめた図

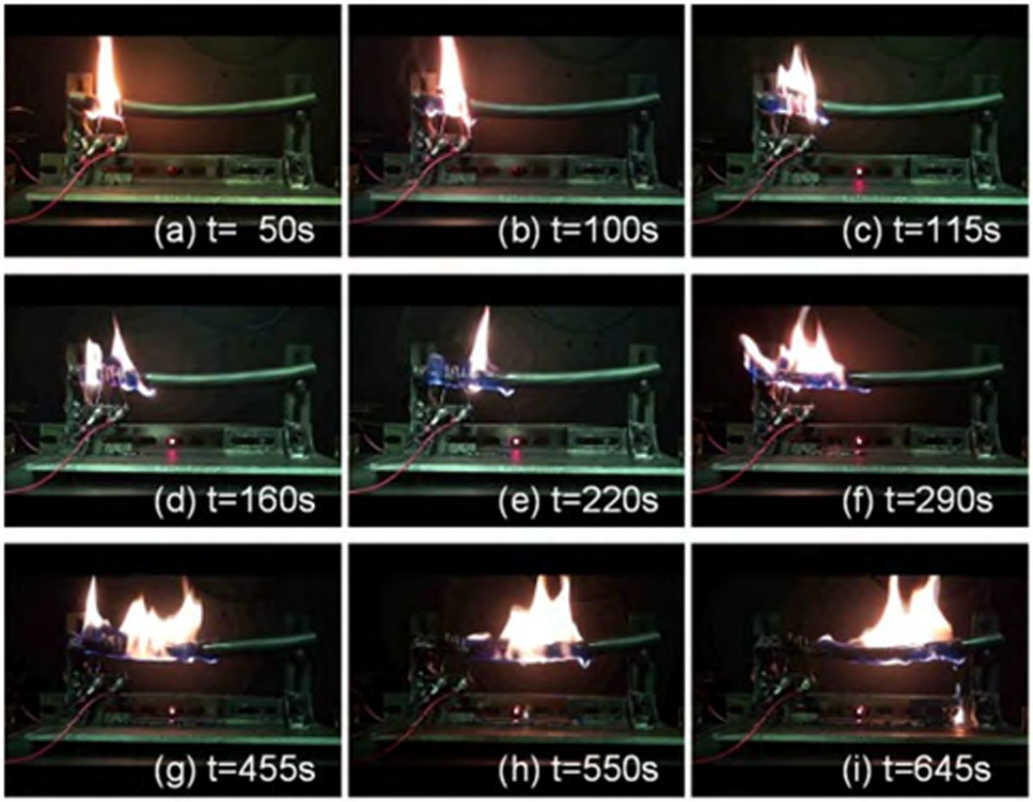


図 7　EM ケーブル（コア数：4）の燃え拡がり試験結果

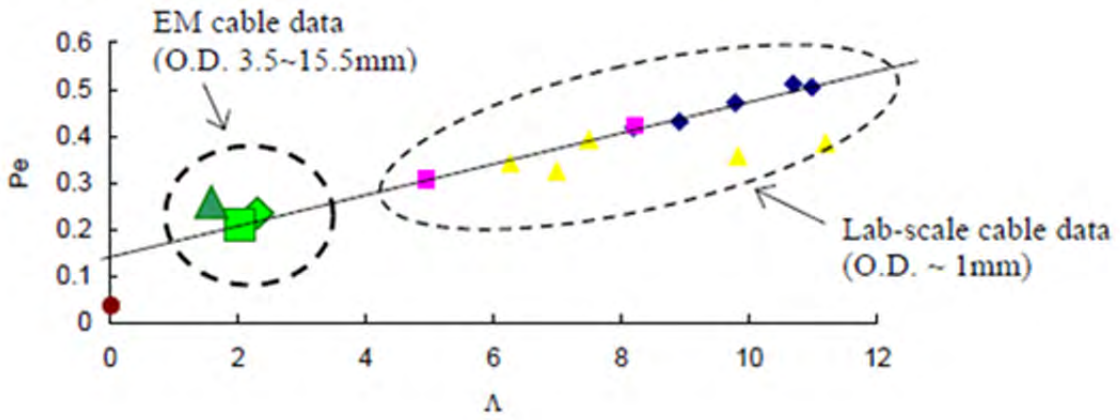
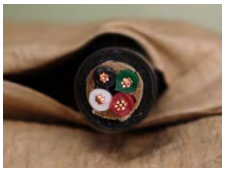


図 8　EM ケーブルの燃焼試験結果を Pe－Λ平面上で整理した結果
（模擬電線の結果と同じ直線上に存在することが明確にわかる）

表 1　模擬電線の緒言（構成材料の物性値一覧）

	ρ [g/cm^3]	c [J/kgK]	λ [J/mKs]	a [mm^2/s]
Polyethylene (PE)	0.92	2300	0.33	1.56
NiCr / Fe / Cu	7.85/ 7.87/ 8.96	470/ 460/ 419	15/ 83.5/ 403	4.1/ 23.1 /107
iron	7.87	460	83.5	23.1

表 2　検証に用いた EM 電線に関する緒言

	1C	4C	10C
Core area [mm^2]	1.25	1.25 x 4	1.25 x 10
O.D. [mm]	3	10.5	15.5
Vol% of metal	17.7%	5.8%	6.6%
Res. [ohm/km]	16.8		
Cross-sec. view	＊4C, 10C の最小ユニット		

平成 23 年度　優秀賞　消防職員による原因調査事例

差込みコネクターからの出火メカニズムと再発防止対策

静岡市消防局
林大二郎、池田嘉典、杉村全紀、池田　一、平井裕己

1. はじめに

近年、屋内配線工事においてリングスリーブによる圧着接続によって接続していた配線（単線）を差し込むだけで接続が可能となった差込みコネクターが普及している。

また電気配線の出火原因は、多くが経年劣化や接続不良が占めるなか、製品不備なのか、施工ミスなのかが検討されることとなる。

今回は、当局の火災事例を基に差込みコネクター内部スプリング（ステンレス製）と屋内配線（単線）の低抵抗値（1Ω以下の抵抗値）及び温度変化を計測するとともに、出火に至るメカニズムについて検証した事案を紹介する。

2. 火災概要

(1)　出火日時：平成 23 年 1 月 17 時頃
(2)　覚知日時：平成 23 年 1 月 20 時頃
(3)　出火場所：静岡市葵区物品販売店舗内
(4)　火災種別：建物火災
(5)　焼損程度：ぼや

3. 焼損状況

(1)　出火時の状況

店員が 17 時頃から焦げたような臭いを感じていたが、どこから臭っているのか分からず作業を続けていたら、20 時頃店内試着室内の照明が全て消え、試着室床下から白い煙が出ているのを確認し 119 番通報した。

(2)　実況見分状況

試着室床板を切断し床下を確認すると、床下にある屋内配線の被覆が溶融し火花が出ており、周辺の床板一部が炭化している。

床下の屋内配線は、全部で 4 本確認でき、分電盤から差込みコネクターまでの照明用及びコンセント用の電源側配線 2 本(単線 2.0mm)と、差込みコネクターから試着室までの照明用及びコンセント用の負荷側配 2 本（単線 1.6mm）が見分される。(写真 1 参照)

(3)　鑑識見分状況

後日、火災現場より収去した屋内配線及び差込みコネクターを同型品と比較し見分を行う。（写真 2 参照）

照明用電源側配線及び照明用負荷側配線の被覆は焼失し単線に溶融痕が認められ、照明用差込みコネクター内部スプリングが一部溶融し、スプリング接触部分の負荷側配線には単線の細りが見分される。(写真 3、4 参照)

4. 差込みコネクターとは（製造業者 HP より）

(1)　特徴

ア　電線の被覆を剥き、差し込むだけの簡単作業
イ　圧着端子、圧着工具を使用する圧着作業が不要
ウ　絶縁構造で、ビニールテープ巻が不要
エ　配線の変更、誤配線時に再接続が可能

(2)　構造（写真 5 及び図 1 参照）

ア　ハウジング
・耐熱性ポリカーボネイド採用（自己消火性）
・絶縁カバー66 ナイロン採用
・透明ハウジング採用により、目視確認が可能
イ　スプリング

・高品質バネ性ステンレス鋼使用により、安定した接続性能を保持
・1.6mm、2.0mm を混在接続可能

ウ　導電部
・導体に導電性の高い電気銅使用
・導体は耐腐食性の高い

(3)　使用上の注意

間違った使い方は通電不良や焼損事故に繋がる恐れがあるので、特徴や構造をよく理解し安全な結線作業方法を行う。

5.　差込みコネクターからの出火の可能性について

3 焼損状況 (3) 鑑識見分状況から検討すると、スプリングの溶融、単線の細りから差込みコネクター内部において、接触部が過熱され出火した可能性は極めて高いことが考察される。

このことから、差込みコネクターから火災に至る恐れがある接続方法について検討すると次の接続方法が考えられる。

(1) 差込みコネクターに単線を何度も抜き差しすることで、単線に傷が付いている場合（傷により接触抵抗の増加）
(2) 単線に変形がある場合（変形により接触抵抗の増加）
(3) 単線の差込み不十分の場合（差込み不良により接触抵抗の増加）
(4) スプリングが経過年数及び使用回数により緩みが生じる場合（スプリングの緩みにより接触抵抗の増加）

また、どの程度の抵抗値によりジュール熱が発生し過熱されるか理論抵抗値を次のように求める。

差込みコネクタースプリングステンレス鋼

体積：5mm×0.5mm×19mm＝47.5mm^3

＝0.0475cm^3

密度：7.93g/cm^3

質量：0.45g

比熱：0.59J/g･K

温度変化：

①401℃（絶縁カバー引火点 421℃－室温 20℃）

②404℃（絶縁カバー発火点 424℃－室温 20℃）

③208℃（絶縁カバー融点 228℃－室温 20℃）

電流：12A

通電時間：10 秒

$R=Q/I^2t$ より

①R＝（0.0475×7.93×0.59×401）÷（12×12×10）≒0.062Ω＝62mΩ

②R＝（0.0475×7.93×0.59×404）÷（12×12×10）≒0.062Ω＝62mΩ

③R＝（0.0475×7.93×0.59×208）÷（12×12×10）≒0.032Ω＝32mΩ

上記の①及び②の計算より、スプリングが過熱し、差込みコネクターの絶縁カバーの引火点又は発火点を超える 401℃～404℃になる理論抵抗値は、62mΩ以上になると火災へ移行する可能性が考えられる。

また、③の計算より、絶縁カバーの融点を超える場合、単線の移動や露出により火災に至る可能性が考察されることから、融点を当てはめたところ理論抵抗値は 32mΩであった。

6.　立証への実験

差込みコネクター接続方法によって、火災に至る恐れが確認できることから、5 差込みコネクターからの出火の可能性について(1)から(4)を再現し実験を行う。（写真 6、図 2 参照）

実験方法は、単線傷付、単線変形、単線差込み不良、スプリングの緩みで抵抗値を計測し、電気火災実験回路の途中に屋内配線と差込みコネクターを接続して、電気ストーブ（1200W）の負荷を掛けて、単線とスプリングの接触部の温度変化を測定するものである。

電気ストーブ（1200W）は、経年劣化の立証は困難なため、火災発生時より大きい負荷をか

けて経過時間を短縮する目的で使用する。

なお、火災発生時の条件に近付けるために、火災発生対象物の屋内配線施工業者より 5 年から 10 年経過した屋内配線（単線 1.6mm）及び差込みコネクターの提供を受けて実験を行う。

また当施工業者から提供された差込みコネクターには、最大で 1.5mm のスプリングの緩みを確認した。（写真 7 参照）

(1)　実験 1　単線傷付

ア　実験内容（図 3 参照）

単線に傷が付いている状況を設定するため、差込みコネクターに単線を 5 回抜き差しして実験する。（施工ミスを想定）

イ　抵抗値：4.67mΩ（写真 8 参照）

ウ　実験結果（表 1 参照）

実験開始から温度変化の最高温度は 27℃であり、火災に至る温度までの上昇は確認できない。

(2)　実験 2　単線変形

ア　実験内容（図 4 参照）

変形している単線を使用して実験する。（施工ミスを想定）

イ　抵抗値：3.05mΩ（写真 9 参照）

ウ　実験結果（表 2 参照）

実験開始から温度変化の最高温度は 26℃であり、火災に至る温度までの上昇は確認できない。

(3)　実験 3　単線差込み不良

ア　実験内容（図 5 参照）

片側の単線を差込み不十分にして実験する。（施工ミスを想定）

イ　抵抗値：126.94mΩ（写真 10 参照）

ウ　実験結果（表 3 参照）

実験開始から急激に温度変化が見られ、最高温度は 145℃であるが、絶縁カバーに溶融が確認でき、延焼拡大危険が認められる。

(4)　実験 4　スプリングの緩み

ア　実験内容（図 6 参照）

コネクターのスプリングが経過年数及び使用回数により、開きが生じている状況を設定し実験する。（製品不備又は施工ミスの可能性が考えられる）

また実験 4 は、提供された差込みコネクターのスプリングの緩み最大 1.5mm のコネクターを使用する。

イ　抵抗値：737.70mΩ（写真 11 参照）

ウ　実験結果（表 4 参照）

実験開始から急激な温度上昇が見られ、開始から 4 分 10 秒で差込みコネクターから発煙が認められ、4 分 30 秒で最高温度の 221℃に達し、差込みコネクターハウジングの溶融が確認できたため実験を終了する。

ハウジング、絶縁カバー及び配線被覆に溶融が認められることから、延焼拡大危険が認められる。

7.　実験結果から出火原因の検討

理論抵抗値から 62mΩ以上になると 401℃から 404℃まで上昇し火災に至ると計算したが、温度測定位置や放熱を考察すると実際の温度上昇は更に低い可能性もある。実験結果から、実験 3 の抵抗値 126.94mΩで延焼拡大危険が確認でき、1Ω以下の低抵抗値で出火に至るメカニズムが立証された。

今回の見分及び実験から、出火原因を検討すると、単線傷付及び単線変形からの出火に至る可能性は低いと考えられる。

単線差込み不良は、出火の可能性はあるが鑑識見分から単線は細っているが完全に差し込まれている状況が確認できる。

提供された差込みコネクターのスプリングが 1.5mm の緩みが生じていたことと、その差込みコネクターの抵抗値が 737.70mΩであり、実験結果から 4 分過ぎに発煙し、ハウジング、絶縁カバー及び配線被覆の溶融が認められた。

よって本火災の出火原因は、差込みコネクタースプリングの緩みによって接触部の抵抗値が上がり過熱され、差込みコネクター樹脂又は配

線被覆に着火し出火に至ったものとした。

8.　再発防止対策

再発防止を製造業者に要望するにあたり内容を検討する。

(1) スプリングの緩みは、製品不備であるのか又は使用回数により緩んだものかを立証することができない。

(2) 経過年数及び使用回数によるものであれば、施工業者の取扱いミスも懸念される。

(3) 実験では温度上昇が見られないが、製造業者は単線傷付及び単線変形から焼損事故に繋がる危険性を注意喚起している。

以上のことから、当局は製造業者に対して、差込みコネクターの接続方法によって火災に至る恐れがあることから、今後の再発防止のために差込みコネクターの改善及び、施工業者への取扱注意を再度周知するよう要望した。

9.　製造業者の対応

製造業者は、今後差込みコネクターの改善を検討するとともに、製造業者の HP では取扱説明を簡単に閲覧できるように改善され注意喚起を掲示した。

10.　おわりに

今回の火災事案は、鑑識結果から実験により低抵抗値でジュール熱が発生し火災に至る可能性が立証できました。 再発防止対策として、製造不備か施工ミスなのかは確認できないが、消費者に対し注意喚起を促すことができ、次に同種火災が発生した時に繋がる調査ができたと考えております。

今後、出火原因が複雑化するなか、火災原因調査の技術向上を図るとともに、本火災事例が全国の消防本部の予防施策に少しでも寄与できることを願っております。

写真 1　火災現場の状況

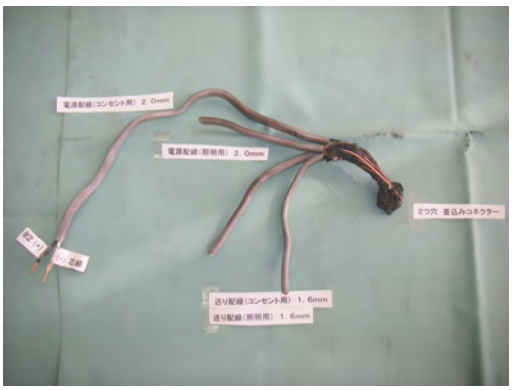


写真 2　鑑識見分の状況

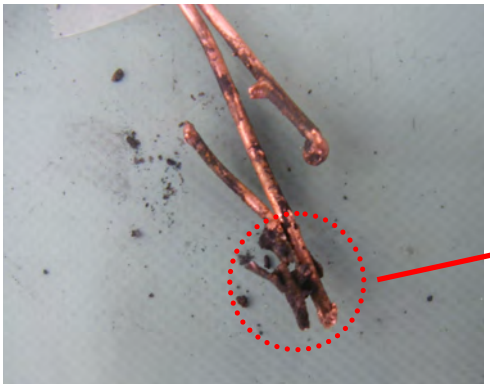


写真 3　照明用差込みコネクター焼損状況

写真 4　照明用差込みコネクターをデジタルマイクロスコープで撮影したもの

写真 5　差込みコネクター同型品

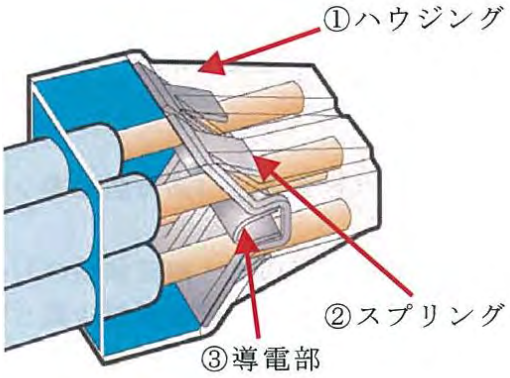


図 1　差込みコネクター構造

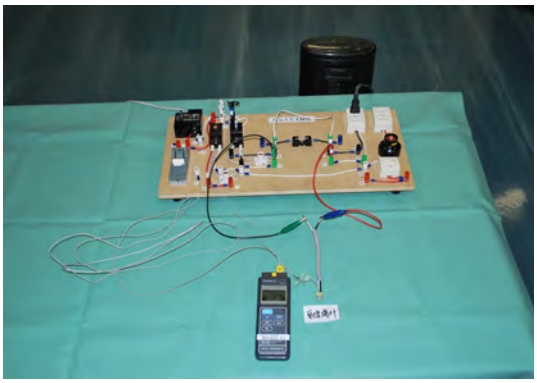


写真 6　実験方法

写真 7　提供された差込みコネクタースプリングの緩み（最大 1.5mm）

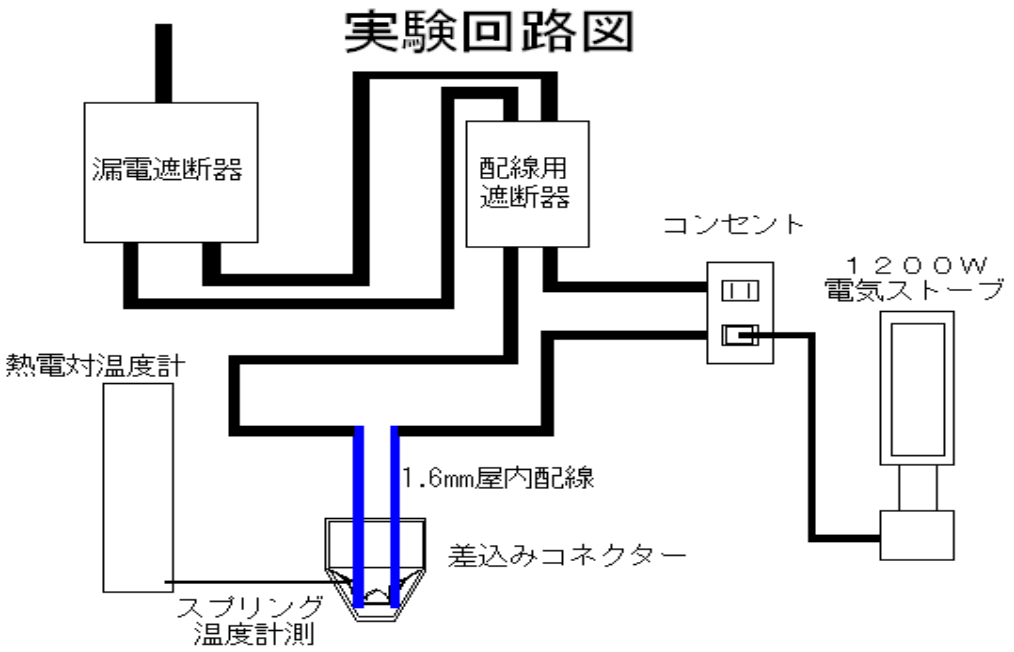


図 2　実験回路図

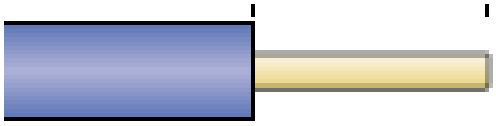


図 3　実験 1　単線傷付

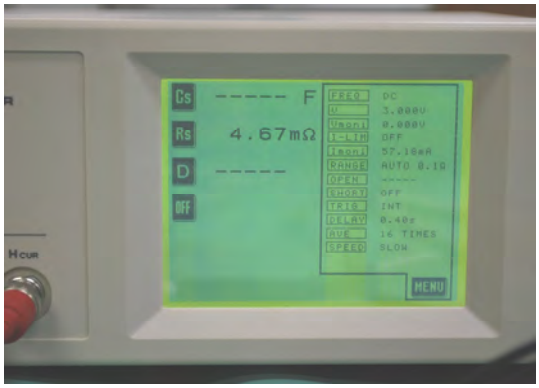


写真 8　実験 1　抵抗値 4.67mΩ

表 1　実験 1　実験結果

経過時間	スタート	5 分	10 分	15 分	20 分	25 分	30 分
温度	23℃	26℃	27℃	27℃	27℃	27℃	27℃

図 4　実験 2　単線変形

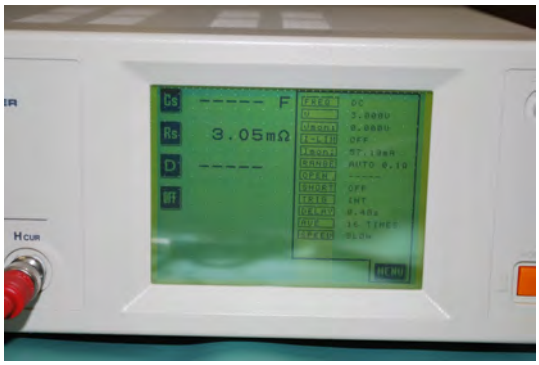


写真 9　実験 2　抵抗値 3.05mΩ

表 2　実験 2　実験結果

経過時間	スタート	5 分	10 分	15 分	20 分	25 分	30 分
温度	23℃	25℃	26℃	26℃	25℃	26℃	26℃

図 5　実験 3　単線差込み不良

写真 10　実験 3　抵抗値 126.94mΩ

表 3　実験 3　実験結果

経過時間	スタート	30 秒	1 分	2 分	3 分	4 分	5 分
温度	22℃	60℃	88℃	120℃	129℃	135℃	140℃
経過時間	10 分	15 分	20 分	25 分	30 分		
温度	145℃	140℃	138℃	140℃	141℃		

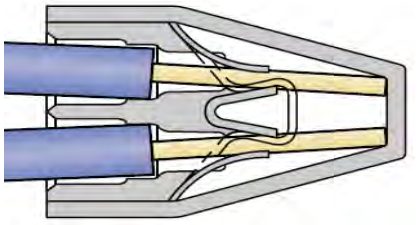


図 6　実験 4　スプリングの緩み

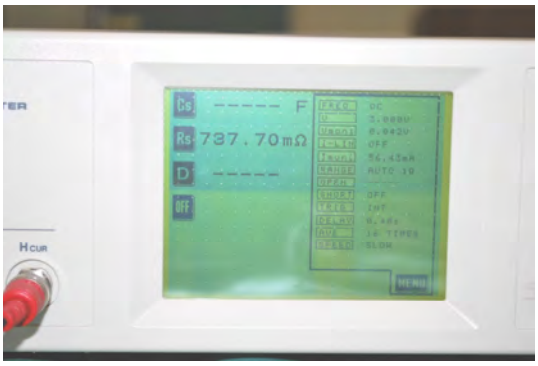


写真 11　実験 4　抵抗値 737.70mΩ

表 4　実験 4　実験結果

経過時間	スタート	30 秒	1 分	1 分 30 秒	2 分	2 分 30 秒	3 分
温度	23℃	118℃	140℃	162℃	184℃	195℃	194℃
経過時間	3 分 30 秒	4 分	4 分 10 秒	4 分 30 秒			
温度	204℃	212℃	発煙確認	221℃			

平成 23 年度　優秀賞　消防職員による原因調査事例

オルタネーターから出火した車両火災について

福岡市消防局
石川理一郎

1. はじめに

この火災は、駐車中の車両のエンジンルームから出火した事案である。調査を進めるにあたり、車両製造メーカーと合同で実況見分を行った結果、消防はオルタネーターからの出火との見解であったが、車両製造メーカーはバッテリーからの出火との見解であり、消防と車両製造メーカーの見解に相違が生じた。そのため、その後の調査は、消防独自に継続し、最終的にオルタネーターからの出火と推定したことから、調査の概要を紹介する。

2. 火災事例

(1)　出火日時　　平成 22 年 7 月日時不明
(2)　鎮火日時　　平成 22 年 7 月日時不明
(3)　出火場所　　福岡市博多区
(4)　損害状況
①　人的被害　　なし
②　物的被害　　軽自動車 1 台　　半損
(5)　発生概要

本火災は、平成 22 年 7 月 22 日頃、長崎県壱岐市内の関係者自宅の車庫内に駐車中の車両から出火し、関係者が水道水で消火して完全鎮火に至った。その後、修理のため福岡市博多区の車両製造メーカーに運ばれ、そこから福岡市消防局に通報があったもの。

(6)　調査概要
①　車両情報

本件車両は総排気量 659cc の軽自動車で、平成 14 年 12 月に新車で購入。走行距離は約 13 万 km。1 年半から 2 年ほど前に、エンジン本体からオイル漏れがあるということで、エンジンのオーバーホールを行い、その後は特に異常はなく、平成 22 年 1 月の車検時にも異常は見られなかった。

しかし、火災発生の数日前に、運転中に ABS やサイドブレーキのモニターランプが勝手に点灯することがあった。（関係者供述）

②　火災発生日当日の状況

火災発生日当日は、使用者が約 26km 走行し、午後 8 時頃帰宅し、自宅の車庫に駐車。午後 10 時頃、車庫の方で異音がしているのを家族が聞き、午後 10 時 30 分頃に車庫を確認しに行って、車のボンネットの運転席側前方から黒い煙と炎が出ているのを発見。車を押して車庫から出し、水道のホースで水をかけて消火し、完全鎮火に至っている。（関係者供述）

③　焼損状況

焼けが見分されるのは、ヒューズボックス、バッテリー、バッテリーハーネス、オルタネーターのみであることから、出火箇所は、エンジンルーム内の運転席側と判定した。（別添 1、2 参照）

(7)　出火原因概要

出火原因としては、放火、燃料漏れ、オイル漏れ及び電気系統からの出火が考えられた。

①　放火について

関係者の自宅の車庫内に駐車中に出火しており、出火当時、関係者及びその家族が在宅中であったが、不信な人物を目撃した者がいないことから、放火が原因とは考えられない。

②　燃料漏れについて

出火箇所に近いデリバリパイプに焼けがないこと。エンジンルーム内が急激に燃えていないことから､燃料漏れによる出火は考えられない。

③　オイル漏れについて

エンジン周辺及び車両下部にエンジンオイルの付着が見られるが、付着したエンジンオイル自体に焼けが見られないことから、オイル漏れによる出火は考えられない。

④　電気系統(ヒューズボックス､バッテリー、バッテリーハーネス、オルタネーター）からの出火について

ヒューズボックス内部のヒューズ、バッテリー端子、バッテリーハーネスには溶融痕、短絡痕等の痕跡が見られないこと。(別添 3 参照)

オルタネーター付近で 4 つに分かれたバッテリーハーネスのうち、B 端子に接続する 1 本だけに焼けが見られること。(別添 4、5 参照)

オルタネーター内部に強い焼けが見られ、特にブラシホルダーについては、内部のスプリングに溶融が確認されること。(別添 6、7、9、10 参照)

ローター軸周辺には、通常堆積しないブラシ摩耗粉が粘性を帯びて堆積していること｡(別添 8 参照)

また､所有者が火災発生の数日前､｢運転中に ABS やサイドブレーキのモニターランプが勝手に点灯することがある」と供述しており、電気系統に何らかの異常な兆候が出ていたものと推測されること。

以上のことから、漏れたエンジンオイルがオルタネーター内部にまで侵入したことにより、通常堆積しないブラシ摩耗粉が堆積し、この摩耗粉によりオルタネーター内部がショートして火災に至ったものと推定する。

3. オルタネーターの詳細見分と更なる情報収集

今回の原因調査を進めるにあたっては、車両製造メーカーと合同で実況見分を終えた時点で、消防とメーカーの見解に相違が生じたため（消防はオルタネーターからの出火との見解、メーカーはバッテリーからの出火との見解)､その後の調査は、オルタネーターを持ち帰って、消防独自に進めることとなった。

まず､持ち帰ったオルタネーターをナイト(独立行政法人製品評価技術基盤機構)に持ち込み、ナイトの協力の下、更なる見分を進めた。そこでは、ブラシホルダー、ブラシホルダー内のスプリング及び周辺の基盤配線の溶融が確認された。

次に、その見分結果を持って、オルタネーターの製造メーカーに意見を求めたところ「X 線写真を見る限り、オルタネーター内部から出火した可能性が高い。同メーカーのオルタネーターで過去にオイルがオルタネーター内部にまで侵入したことにより、オルタネーター内部がショートして火災に至った例が数件あり、今回の場合もオルタネーター内部にオイルの侵入が見られる。」との見解を得た。

また､同メーカーによると､｢オルタネーター内部から出火した場合､事前の兆候として､ABS 等のモニターランプが点灯することがあったはず。」とのことであり、この現象は、まさに所有者の供述どおりであった。

以上のような過程を経て、原因の推定に至ったが、車両火災の原因調査にあたっては、その構造、設備等が複雑であることから、極力製造業者等からの情報提供を受けることが効果的であると考える。

4. 考察

本件の実況見分は、車両の製造メーカーと合同で行った。実況見分を終えた時点でのメーカーの見解は、バッテリーターミナルの緩みが原因で出火というものであったが、焼けの最下部であるオルタネーターからの出火の可能性があるため、オルタネーターを持ち帰り詳細に調査した結果、オルタネーター内部がショートして

出火したという結論に達した。

今回のように、他機関と合同で調査を行う場合、その場の雰囲気や、話の流れに飲まれることなく、毅然とした態度で調査を行うことの重要性を改めて認識した。また、無理にその場で結論を出すのではなく、他に出火原因の可能性があれば、いったん持ち帰って調査するというのも有効な手法だと考える。

別添３　バッテリーの状況

別添１　車両外周部の状況

別添４　B 端子周辺の状況

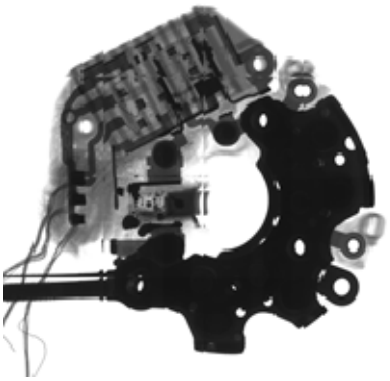
別添２　エンジンルームの状況

別添５　バッテリーハーネスの状況

別添 6　オルタネーターの状況

別添 9　オルタネーターの状況

別添 7　オルタネーターの状況



別添 10　オルタネーターの状況
（X 線撮影）

別添 8　オルタネーターの状況

平成 23 年度　優秀賞　消防職員による原因調査事例

自動車用緊急保安炎筒からの出火事例

大阪市消防局
菊池栄祐

1. はじめに

道路運送車両の保安基準第 43 条の 2「非常信号用具」として、非常時の緊急事態を知らせるため自動車への備え付けが義務付けられている自動車用緊急保安炎筒（以下、「保安炎筒」という。）であるが、平成 22 年 10 月に大阪市内で発生した車両火災において鑑識及び実験を行なった結果、当該保安炎筒に起因して出火したものと推定された特異な事例が発生したことから報告する。

2. 火災の概況

(1) 焼損程度

高速道路上において、キャブオーバータイプの乗用自動車 1 台が焼損し、死者 1 名（運転手）が発生した火災である。

(2) 消防隊到着時の状況

当該火災により高速道路が渋滞していたため、消防隊の到着は覚知から約 15 分かかっている。そのため到着時の車両の燃焼状況にあっては最燃期であり、消火にあたっては泡消火薬剤を使用しての消火作業になった。

(3) 関係者の情報

運転手の家族によると、当日は趣味である海釣りに行くと言って一人で自家用自動車に乗って外出したとのことである。

3. 調査の概況

車両の焼損が激しく、かつ、唯一当該車両に乗車していた運転手も亡くなっていること、また休日の高速道路ということもあって混雑の解消に配慮するため時間的制約もあり、現地では最小限の実況見分を行い、後日、当該車両のメーカーに協力を求め、警察機関も含めた三者での合同鑑識を実施することとなった。

(1) 車両の仕様

ア　形状　　キャブオーバータイプの乗用自動車

イ　初年度登録　　平成 13 年 10 月

ウ　走行距離　　平成 22 年 8 月現在 85600km

エ　車検の満了日　　平成 22 年 10 月 4 日

オ　修理、事故歴等　　特に異常なし。

カ　リコール等　　なし

(2) 鑑識前の情報の共有化

焼損した車両を見分する前に、効率的かつ合理的に鑑識を実施するため、三者が有する情報を提供し合い情報の共有化を図った。

その中で監視カメラが当該車両の出火時直前直後の状況を捉えているとの有力な情報を得たため、その情報を確認した。

当該車両は、片側 2 車線の高速道路の追い越し車線を走行中、急に左側へ進路変更して遮音壁に衝突し、その後再び追い越し車線へと走行しており、その最中に助手席前方付近から炎が映し出され、さらにその 2 秒後には助手席に向かって噴出するような炎に変化している状況が映し出されている。（図 No. 1 参照）

最終的にこの車両は、その後約 1km 先の追い越し車線上で炎上しながら停止している。

(3) 鑑識の内容

ア　車両外観の状況

車両は全体的に焼きしているが、左右の塗装

部分の状況を比較すると左側（助手席側）の焼きが強い状態である。

監視カメラの映像を踏まえて考察すると、車両フロントの左側部分から車内助手席部分にかけての範囲に出火箇所があるものと考えられた。

イ　フロント左側部分の状況

フロント左側部分の車体シャーシが衝突により変形した状態であるが、ヘッドライト等の電気配線に断線箇所や溶融痕はなく、また、付近の樹脂類についても焼け残っている箇所が認められることから、当該箇所からの出火した可能性は低いと考えられた。

ウ　エンジンルーム及び車体底部の状況

エンジンルームは運転席及び助手席の直下にあるが、エンジンルームについては車内側に面する上方の樹脂類が表面的に焼きしているのみである。また、車両の底面については、ほとんど焼きはなく、オイルの付着等も認められなかった。

以上のことから、エンジンルームを含む車両下部からの出火の可能性は低いと考えられた。

エ　車内助手席付近の状況

助手席の座席シートについては、前方方向から熱を受けた様相を呈しており、出火箇所はこれより前方にあるものと考え、そこで助手席の足元部分を子細に見分した。

焼残物の堆積物を取り除きフロアーマットを見ると､焼きの及んでいない部分が認められる。また、フロアーマット上にあった焼残物の堆積順序を見ると、フロアーマットの上に樹脂の溶融物が付着し、その上に焼け残った車両取扱説明書が堆積しており、さらにその上にフロントガラスが堆積している状態であった。この堆積順序から考察すると、フロアーマットの残存が見られる状況から、足元床面からの出火は考えにくく、床面上方でインストルメントパネル・グローブボックスの下部付近から出火し、インストルメントパネルからグローブボックス内に延焼し、通常そこに収納されていると思慮される車両取扱説明書などを焼き、さらにその上方のフロントガラスへと燃え広がった様相であった。

オ　出火箇所について

以上､ア～エの状況から出火箇所については、車内助手席側のインストルメントパネル・グローブボックス下部付近からの出火が考えられた。

(4)　鑑識の結果

出火の原因として、車両の電気関係、燃料関係、放火自損等について考察したが、いずれもこれらの原因を示唆する資料を見出すことはできなかった。

車両は遮音壁に衝突した直後に出火しており、監視カメラが捉えた｢噴き出すような炎の形状｣に着目し、同型車両を見分したところ、出火箇所付近の助手席前方足元付近のインストルメントパネル・グローブボックス下部に保安炎筒の設置が確認できた。

この保安炎筒からの出火の可能性が考えられたため、後日消防署において検証することとした。

4.　検証と実験

(1)　保安炎筒の構成及び点火方法

保安炎筒の構成は本体の点火側にキャップが被せられており、さらにその上から本体カバーが被せられた 2 重構造になっている。

保安炎筒を着火するためには、本体カバーを外しさらにキャップを取り除きキャップ裏面の点火擦り紙で発火部分を擦らなければ保安炎筒は着火できないようになっている。

言い換えれば保安炎筒は容易に発火しないように通常は保護された状態になっている。

（写真 No. 1 ＜保安炎筒の構成＞・参照）

(2)　保安炎筒の衝撃発火実験

前述したとおり、保安炎筒は容易に発火しないように保護されているが、保安炎筒の本体カバー及びキャップを取り外して発火部分を直接鉄板に叩きつけたところ、保安炎筒は衝撃によ

り容易に発火することが判明した。

（写真 No. 2 ＜保安炎筒の叩きつけ実験＞・参照）

この衝撃実験をするまでは、保安炎筒には本体カバー及びキャップが取り付けられているため､簡単に発火することはないと考えていたが、発火部分にまで衝撃が及べば保安炎筒は、本体カバーやキャップが取り付けられた状態でも発火する可能性があると考えられた。

そのため、保安炎筒に本体カバー及びキャップを取り付けた状態で保安炎筒の衝撃発火実験を実施することとした。

ア　衝撃発火実験の方法

保安炎筒の発火部分を上方に向けそれを鉄パイプに入れ固定し、その上から 1 斗缶にセメントを詰めた重さ 45kg の錘を落下させ発火実験を行なった。

イ　衝撃発火実験の結果

まず、高さ 2m から落下させたところ容易に発火に至った。さらに 1m の高さからの実験も発火に至り、最終 50cm の距離からの落下でも保安炎筒は発火に至った。

（写真 No. 3 ＜コンクリートブロック落下衝撃実験＞・参照）

(3)　出火原因

本件火災の車両はキャブオーバータイプで、保安炎筒の取り付けは、合成樹脂製のインストルメントパネルに発火部分が進行方向に向くように差し込まれており、保安炎筒の先端と金属ボディーとの間は約 1cm しかない。

（写真 No. 4 ＜保安炎筒と金属ボディーの間隙状況＞・参照）

車両は走行中に何らかの原因により左前部を遮音壁に衝突させ、その衝突部分に凹みが生じている。

（写真 No. 5 ＜車両の破損状況＞・参照）

保安炎筒は合成樹脂製のインストルメントパネルに差し込まれているだけで固定されていない状態である。

（写真 No. 6 ＜保安炎筒の取付け状況＞・参照）

保安炎筒は、衝撃発火実験では出火に至ることは十分考えられたが、果たして車両が衝突した際に保安炎筒が発火に至るのかは疑問が残るところであった。

特にインストルメントパネルに差し込まれただけの保安炎筒は、衝突の衝撃によりインストルメントパネルから抜け落ちてしまうのではないかという疑問があった。

しかし、車両が衝突の際に発生する、いわゆる「慣性の法則」により、保安炎筒は前に飛び出そうとする力が働くとともに、車両は左斜め方向から遮音壁に衝突しており、衝突によるボディーのひずみで、内側の合成樹脂製のインストルメントパネルにまでひずみの変形が生じ、保安炎筒はインストルメントパネル内でホールドされた状態となることが考えられた。

そして衝突によるボディーの凹みが保安炎筒の発火部に衝撃を与え、その結果発火に至る可能性があると核心を得た。

5.　今後の対応について

今回焼損した車両に備え付けられた保安炎筒は、車体ボディーに近接した場所に取り付けられているとともに、これを収めるホルダーがキャッチ型ではなく差し込み型であることから衝撃を受けても抜けにくい構造であったと考えられる。通常の場合では問題はないが、今回のように交通事故が発生した場合等は同様の火災が発生する危険性があり、さらに事故により人が閉じ込められた場合には人命にも危険が及ぶ可能性が考えられる。今後、このような危険性を排除し類似火災の防止を図っていく必要があることから、今回の調査結果を踏まえ関係機関等に情報提供を行なっていく予定である。

6.　おわりに

今回、原因究明にあたっては、まず、第一に

監視カメラの映像が入手できたことが大きなポイントであった。これは鑑識を行なう前に情報の共有化を図ったことが功を奏したものといえる。

車両メーカー、警察機関、消防といった複数機関で鑑識を行なったが、各々最終の目的は異なるものの、原因を究明するという点では各機関共通の目的となっている。この共通目的を果たすためには、各関係機関が知り得ている情報を提供し合い、共通認識を持った上で鑑識を行なっていくことが必要であり、改めて情報の共有化を図ることの重要性を感じた。

また、もう一つの大きなポイントとして、今回は監視カメラの映像に映し出された“噴き出すような炎の形状”に着目できたことと助手席前の床面に堆積した焼残物の堆積順の見分が重要なポイントとなった。

映像に写しだされた炎の形状など、ともすれば見逃してしまいそうなところであるが、一瞬映し出される炎の形状が通常の火災に見られる延焼拡大の様相ではなく、噴き出すような特殊な炎の形状であることに疑問を持つことができたことと、助手席前の床面に堆積した焼残物の堆積順序を考察し、出火した高さの位置がインストルメントパネル・グローブボックス下部付近であることに帰結できたことである。しかし、それも鑑識に持ち込まれた同型の車両がなければ保安炎筒という発火源に気付かなかったかも知れない。

車両等の鑑識にあたっては、車両メーカーから同型車両を準備していただくことも大切である。

今回、持ち込まれた同型車両から保安炎筒の所在を知ったわけであるが、当初は「本当に保安炎筒から出火するのか？」疑問を感じた。しかし、その疑問が保安炎筒の衝撃発火実験を実施するに至ったきっかけとなっている。

火災原因究明にあたって、発火源、経過、着火物をそれぞれ明らかにしていく過程の中で、疑問はないか、仮説の過程に矛盾はないか等を考え、もし、疑問等が解消されないのであれば今回のように燃焼実験等を行い「裏づけ資料」を充実させ、地味ではあるがこれからも、一つひとつ火災原因の究明に努力して行こうと思う。

今回紹介した事例が、火災原因調査に携わる皆様に今後何かの参考になれば幸いである。

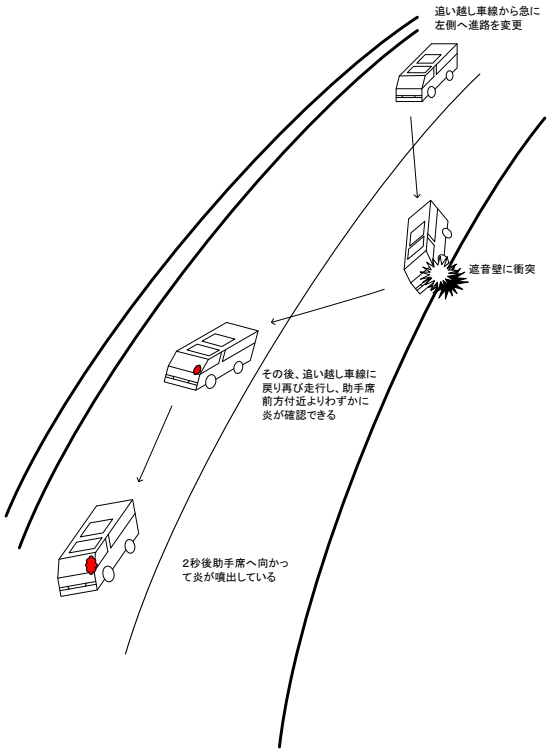


図 No. 1　監視カメラの車両動態図

1　保安炎筒の構成

左から本体、キャップ、カバーの構成

2　本体の発火部分にキャップを取り付けた状態

3　さらにカバーが被せられた二重構造になっている

写真 No. 1　保安炎筒の構成

1　保安炎筒の本体カバー及びキャップを外しての衝撃発火実験

2　鉄板に保安炎筒発火部を叩きつける

3　衝撃により容易に発火

4　以後継続燃焼

5　さらに炎の噴出しが激しくなる

写真 No. 2　保安炎筒の叩きつけ実験

1　保安炎筒の発火部分を上方にして挿入

2　単管から保安炎筒先端が出ている状況

3　コンクリートブロックと保安炎筒間（50cm）

4　コンクリートブロック落下

5　コンクリートブロック衝突後発煙

6　発火

7　炎が噴出

8　以後継続燃焼

9　噴炎が激しくなる

10　さらに炎が激しくなる

写真 No. 3　コンクリートブロック落下衝撃実験

合成樹脂のインストルメントパネルに発火部分が進行方向に差し込まれ、保安炎筒の先端と金属ボディー間は約 1cm である。

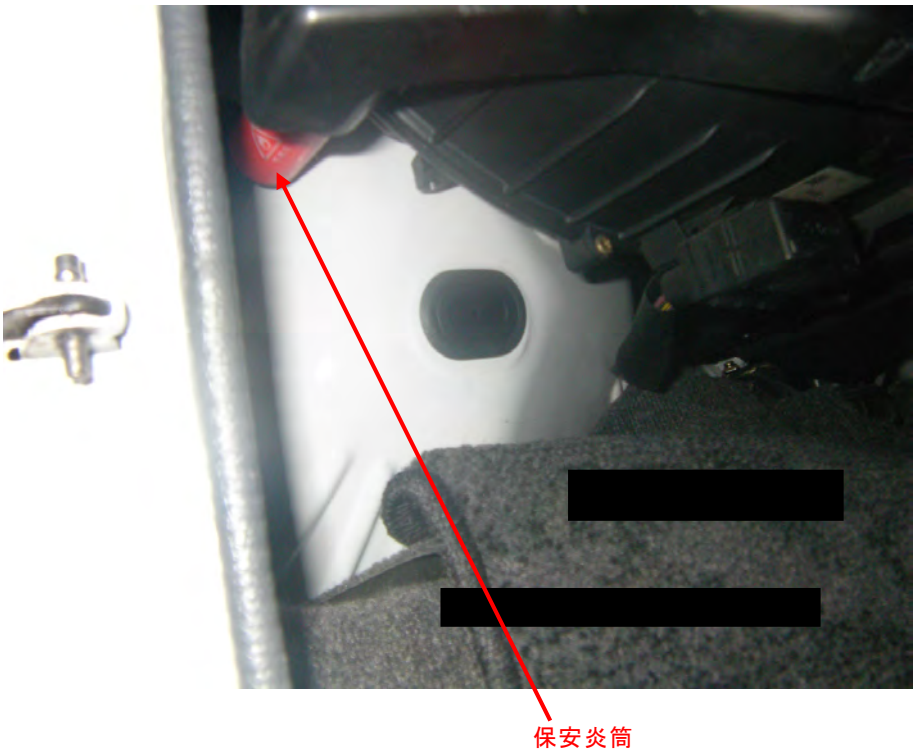


写真 No. 4　保安炎筒と金属ボディーの間隙状況

1　車両の左前部の衝突部分に凹みが生じている

2　車両前面の状況

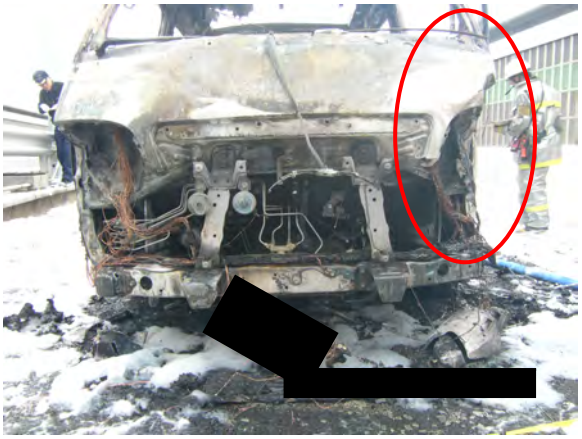


写真 No. 5　車両の破損状況

1　保安炎筒が合成樹脂のインストルメントパネルに差し込まれた状態
グローブボックス

2　保安炎筒を抜き出した状況

3　保安炎筒の本体カバーを外した状況

4　保安炎筒キャップの状況

5　キャップ上部の点火擦り紙

6　発火部分

写真 No. 6　保安炎筒の取り付け状況

平成 23 年度　優秀賞　消防職員による原因調査事例

着火剤（メタノール）の検知方法に関する一考察

大阪市消防局予防部予防課（調査鑑識）

1. はじめに

最近、バーベキュー用の着火剤を使用した悪質な放火火災が増加している。平成 22 年 7 月宝塚市の一般住宅火災、同年 11 月札幌市の連続放火、平成 23 年 4 月大阪市の警察施設での放火未遂は新聞に取り上げられたこともあり、記憶に新しい。当消防本部管内でも、壁付コンセントの差し込み口に着火剤を注入し放火を謀ったもの（写真 1）や、車両に着火剤を塗布し放火したもの（写真 2）等が発生している。

現在、着火剤の使用の有無については、現場の焼き状況を観察し、職員が経験により推測している。このような状況の中、焼残物中に着火剤が含まれているか否かを確認する方法を実験により考案した。

火災現場において、焼き状況から着火剤を使用した放火が疑われる場合、出火箇所付近の焼残物中に、通常では存在しないはずのメタノール（着火剤の主成分）の含有が確認できれば、それは出火原因を放火と判定する科学的根拠の一つとなる。

検知方法については、既存の資器材を利用することで初期導入費用を抑えられるように配慮すると共に、出来るだけ簡便な方法となるよう検討を加えたところ、多くの消防本部でも実用可能であると思えることから、今後の火災原因調査の一方法として紹介する。

2. 着火剤とは

着火剤は、ライター等では着火しにくい木炭等に、確実に着火させるための助燃剤である。バーベキュー用等に数種類が販売されているが、主剤の違いにより、メタノール系、メタアルデヒド系、木質油脂系に大別できる。現在の主流品は、メタノールに増粘剤を加えゼリー状にしたものをプラスチック容器に封入したものなどである。

3. 実験方法

実験は次とおり 2 種類の方法で行った。

(1)　北川式ガス検知管による検知

着火剤の主成分としてメタノールが多く使用されていることから、メタノール用北川式ガス検知管を使用し、焼残物中に含まれるメタノールの検知が可能か検証する。

(2)　ガスクロマトグラフによる分析

メタノールをガスクロマトグラフによる分析で確認できるのかを検証し、さらに、分析に適した抽出方法を探求するため、溶媒抽出した場合と試料濃縮用注射針により抽出した場合を比較し検討する。

4. 気温及び湿度

1 日目　気温　18.6℃　湿度　39%

2 日目　気温　19.3℃　湿度　39%

5. 主な資器材等

着火剤、ジエチルエーテル試薬、メタノール試薬、ガスクロマトグラフ、試料濃縮用注射針（アルコール用）、北川式ガス検知管（メタノール用）、北川式ガス採取器、チャック付ポリエチレン袋、タオル（綿 100%）

6. 実験状況及び結果

6.1 北川式ガス検知管による検知

① 北川式ガス採取器とメタノール用北川式ガス検知管を準備する（写真 3）

② メタノール試薬を、パルプに染み込ませたものをチャック付ポリエチレン袋に入れる（写真 4、5）。

③ しばらく放置後、北川式ガス検知管にて検知する。

④ 新品では黄色い検知管が、メタノールを検知することで白色に変色した。なお、濃度が高いため検知管のメモリの上限（最大 1,000ppm）を超える結果となった（写真 6）。

⑤ 市販の着火剤 2g をパルプの上に取る（写真 7、8、9）。

⑥ 綿 100％のタオル（20cm×20cm）の上に、⑤を乗せ塗り拡げる（写真 10）。

⑦ ⑥をチャック付ポリエチレン袋（28cm×20cm）に入れる（写真 11）。

⑧「鑑識用石油」の検知管でメタノールが検知可能かを確認するため「鑑識用石油」及び「メタノール」の検知管で、着火剤が付着した燃焼前のタオルを検知する（写真 12、13）。

「鑑識用石油」の検知管は、石油分を検知すると、白色から黄色や褐色に変色するものであるが、今回検知した結果、変色は認められない。よって、「鑑識用石油」の検知管では、着火剤の有無は確認できないといえる。

「メタノール」の検知管は、新品のものと比較すると検知後は白く変色していることが分かる（写真 14）。

⑨ ⑥をある程度（半分）燃焼させた後、水で消火したもの（写真 15）と、完全に燃焼させた後、水で消火したもの（写真 16）をチャック付ポリエチレン袋（28cm×20cm）に入れる。

⑩ ⑨のそれぞれをメタノール用北川式ガス検知管で検知する（写真 17、18）。

その結果、ある程度（半分）燃焼させたものは明らかに、また完全に燃焼させたものでも若干変色が確認できる（写真 19）。

⑪ 次に、気化を促進させるため湯煎（50℃程度で 5 分間）した後、再度北川式ガス検知管で検知する。加熱方法に湯煎を選択したのは、揮発性が高く引火点が低いというメタノールの危険性を考慮したためである（写真 20）。

その結果、湯煎後に検知したものは、湯煎前に比べ、濃度が高くなっていることが分かる（写真 21）。

北川式ガス検知管による実験のまとめ

実験の結果、メタノール用北川式ガス検知管で、焼残物中に含まれる着火剤を検知できること及び焼残物を加熱して気化を促進することで、より明確に変色が確認できることがわかった。

6.2 ガスクロマトグラフによる分析

6.2.1 溶媒（ジエチルエーテル）を使用した抽出法（ソックスレー抽出）による分析

＊ ソックスレー抽出器とは、下部に溶媒を入れたフラスコ、中間に試料を入れた容器、上部に冷却管を接続した装置である。溶媒には目的試料より沸点の低い液体を使用する。フラスコを加熱すると溶媒は蒸発し、上部の冷却管で凝結し試料上に滴下する。試料内の成分を少量溶かしこんだ後、下部のフラスコへ戻る。抽出したい成分は溶媒より沸点が高いためフラスコ内に残留する。このサイクルを繰り返すことでフラスコ内に目的成分は濃縮されていく（写真 22、図 1）。

① 溶媒とするジエチルエーテル試薬のみをガスクロマトグラフで分析した結果を図 2 に示す。（投入量 0.02μL）

② メタノール試薬のみをガスクロマトグラフで分析した結果を図 3 に示す。（投入量 0.02μL）

③ ジエチルエーテル試薬とメタノール試薬の混合液をガスクロマトグラフで分析した結

果を図 4 に示す。（混合比 1：1　投入量 0.02 μL）

④ 実験に使用した着火剤（0.05g）をジエチルエーテル試薬に溶かした溶液をガスクロマトグラフで分析した結果を図 5 に示す。（投入量 0.02μL）

⑤ 20㎝×20㎝の綿の布に、着火剤2gを塗布し、半分燃焼させたものをジエチルエーテル試薬を溶媒として抽出後ガスクロマトグラフで分析した結果を図 6 に示す。なお、抽出には前述のソックスレー抽出器を使用する。（投入量 0.02μL）

溶媒を使用した抽出法による分析のまとめ

溶媒を使用した抽出法では、溶媒（ジエチルエーテル）、メタノール共に揮発性が高いため、溶媒のピークとメタノールのピークが似たような時間に現れる。ガスクロマトグラフ質量分析装置であれば、各ピークが表す成分が分かるため判断し易いが、ガスクロマトグラフでは困難である。つまり、沸点の低いメタノールは、溶媒との沸点の違いを利用したソックスレー抽出法には不向きといえる。

そこで、溶媒を使用しない試料濃縮用注射針（アルコール用）を使用し、湯煎したポリエチレン袋から直接気化ガスを採取する方法で抽出を行い、ガスクロマトグラフで分析することにする。

6.2.2　試料濃縮用注射針を使用した抽出法による分析

※ 試料濃縮用注射針とは、空気中の揮発性有機化合物を濃縮するルアーロック式横穴針である。市販のガス採取器に接続して一定量の試料ガスを吸引後、直接ガスクロマトグラフに導入する。針の中に濃縮媒体が充填されていて、ガス採取器で吸引された試料ガスがこの濃縮媒体を通過する時に分析対象物質が捕集される構造となっている（図 7）。

① コンディショニングした試料濃縮用注射針（何も抽出していない状態）をガスクロマトグラフで分析した結果を図 8 に示す。

② メタノール試薬を、パルプに染み込ませチャック付ポリエチレン袋に入れ、しばらく放置した後、試料濃縮用注射針で抽出を行い、ガスクロマトグラフで分析した結果を図 9 に示す。

③ 着火剤（市販品）2g をパルプに塗布し、チャック付ポリエチレン袋に入れ、50℃で 5 分間湯煎した後、試料濃縮用注射針で抽出を行い、ガスクロマトグラフで分析した結果を図 10 に示す。

④ 20cm×20cm の綿の布に、着火剤 2g を塗布し、完全に燃焼させたものをチャック付ポリエチレン袋（28cm×20cm）に入れ、50℃で 5 分間湯煎した後（写真 23）、試料濃縮用注射針にて抽出を行い、ガスクロマトグラフで分析した結果を図 11 に示す。

試料濃縮用注射針を使用した抽出による分析のまとめ

溶媒を使用しないため、メタノール以外のピークが存在せず、躊躇することなくメタノールが含有されていることを確認できる。なお、ピークが割れているが、これは、試料の注入を手打ちで行っているために、注入スピードが一定でなかったためと考えられる。

ガスクロマトグラフによる分析のまとめ

完全に燃焼させた焼残物のように、北川式ガス検知管の変色が非常に僅かなものであっても、試料濃縮用注射針で抽出を行うことで、かなり鮮明に焼残物中のメタノールの存在を確認できることが分かった。

7.　考察

実験の結果、焼残物からメタノールを検知する場合も、石油類の検知作業と同様に、まず、

北川式ガス検知管で検知し、明らかに変色が確認できればそれを証拠とする。検知管の変色が僅かでメタノールが含有されているか否かの判断が困難である場合は、さらに試料濃縮用注射針で抽出し、ガスクロマトグラフで分析するといった方法が簡便で最適と考えられる。また、含有物質の予測が困難である場合は、メタノールと石油類の検知作業を並行して実施することも十分可能であり、有効であると思われる。

8.　おわりに

今回の実験により効果が確認できたメタノール用北川式ガス検知管を使用した方法及び試料濃縮用注射針により抽出後ガスクロマトグラフで成分分析する方法を、着火剤を使用した放火を立証するための一つの方法として紹介する。両方法とも既存の石油類を検知するための資器材と技術を応用することで、初期導入費用、運用費用さらに技術面からみても、少ない負担で実用できると考える。特に、北川式ガス検知管による検知方法については、すでに多くの消防本部が石油検知用に同ガス採取器を採用していることから、それら本部においては容易に導入できる上、大きな効果が期待できる。

写真 1　壁付コンセント内部にジェル状の物質

写真 2　車両のボンネットに渦巻状の痕

写真 3　北川式ガス採取器とメタノール用北川式ガス検知管

写真 4　メタノール試薬

写真 5　チャック付ポリ袋に入れしばらく放置

写真 9　着火剤を 2g パルプの上に取る

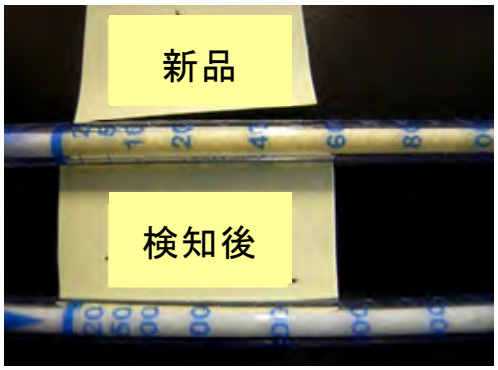


写真 6　黄色い検知管が白色に変色した

写真 10　タオルに塗布する

写真 7　実験に使用した着火剤

写真 11　ポリエチレン袋に入れた状況

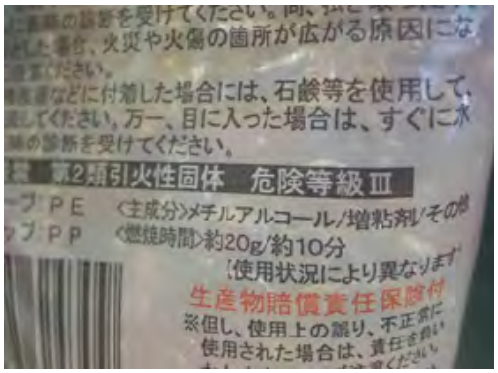


写真 8　着火剤の成分

写真 12　鑑識用石油

写真 13　メタノール

写真 17　ある程度〔半分〕燃焼させたもの

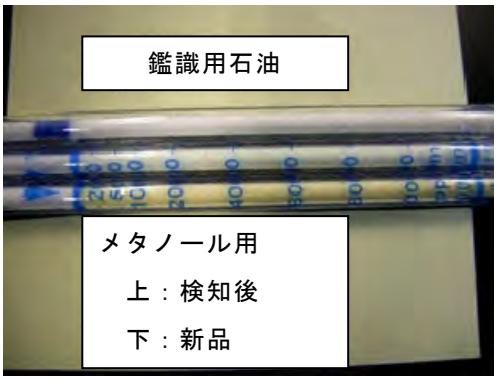


写真 14　検知後の検知管の変色状況

写真 18　完全に燃焼させたもの

写真 15　ある程度〔半分〕燃焼させた状態

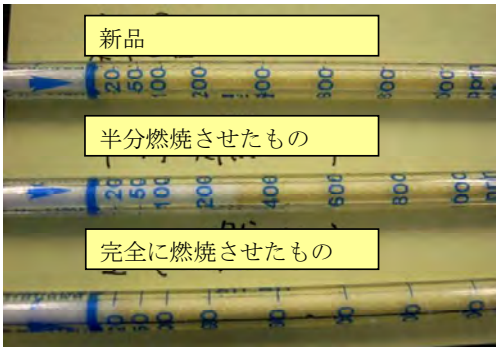


写真 19　メタノール用北川式ガス検知管の変色状況

写真 16　完全に燃焼させた状態

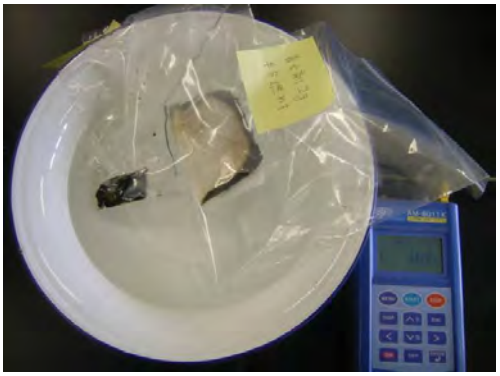


写真 20　気化を促進するための湯煎の状況

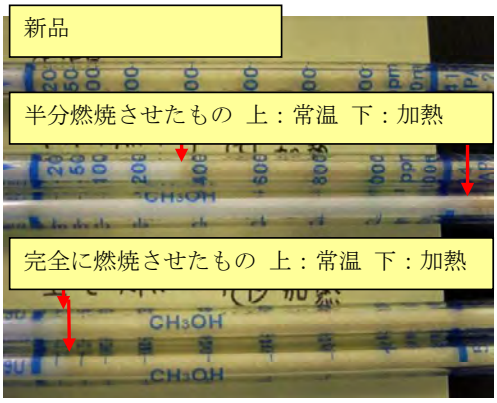


写真 21　常温と湯煎後の比較

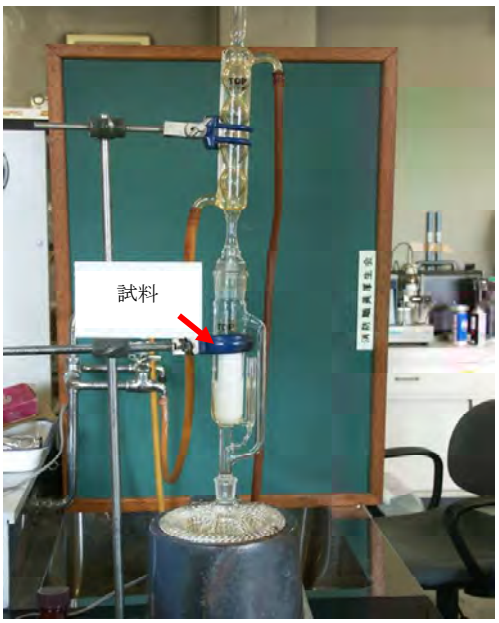


写真 22　溶媒抽出の状況

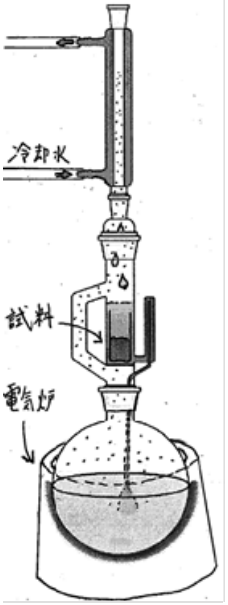
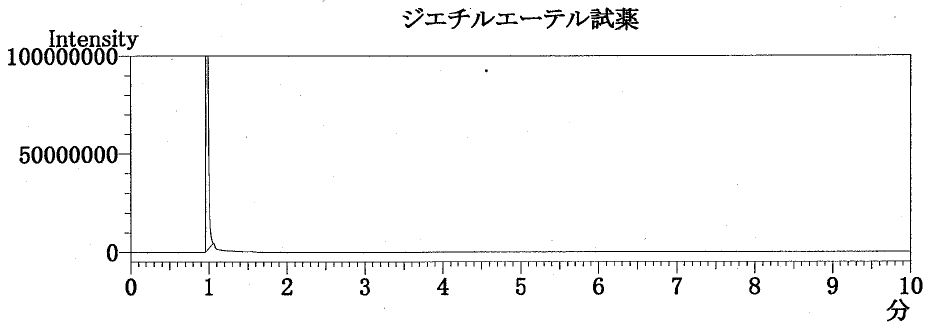


図 1　ソックスレー抽出器



カラム	： キャピラリカラム Rtx-1 無極性 10155 内径 0.53mm　膜厚 1μm　長さ 30m
カラム温度	：50℃（5 分保持）～290℃（15 分保持）昇温 10℃毎分
注入口温度	：290℃
検出器温度	：300℃（FID）
注入法	：スプリット（10：1）

図 2　溶媒であるジエチルエーテル試薬のクロマトグラム

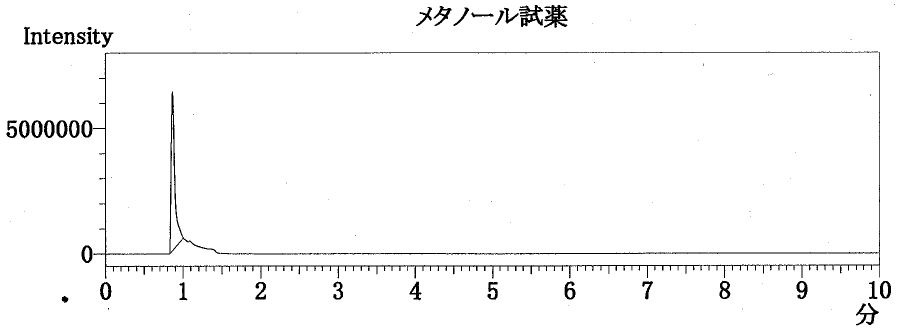


図３　メタノール試薬のクロマトグラム

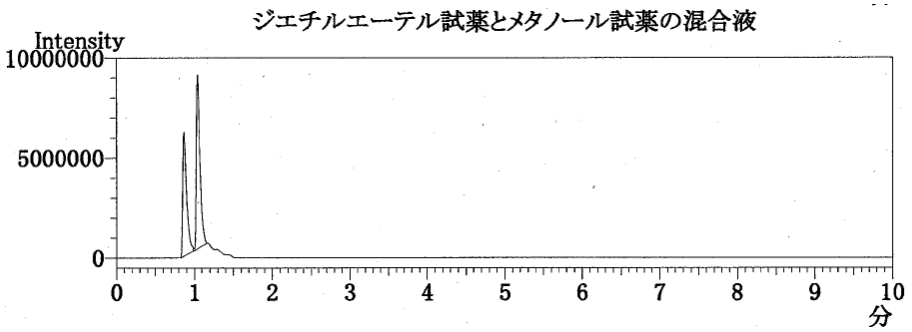


図４　ジエチルエーテル試薬とメタノール試薬の混合液のクロマグラム

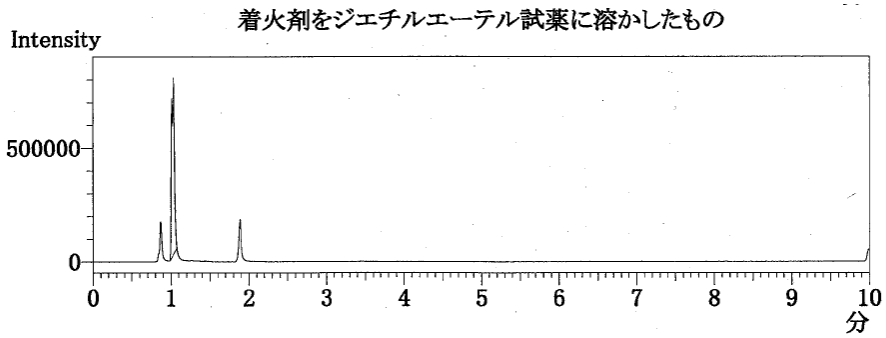


図５　実験に使用した着火剤を、ジエチルエーテル試薬に溶かした溶液のクロマトグラム

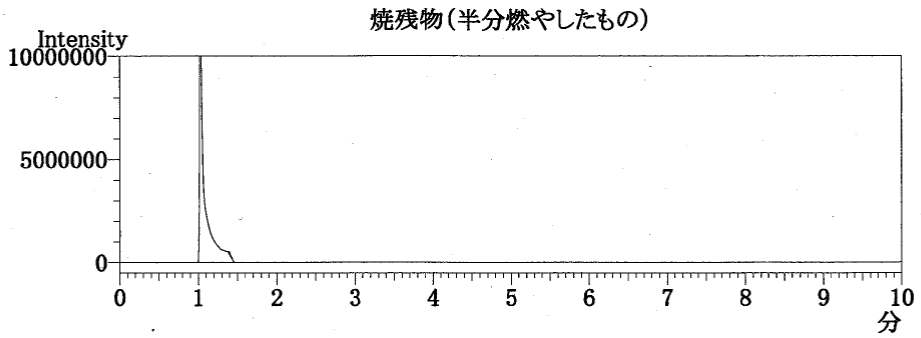


図６　焼残物（半分燃焼させたもの）のクロマトグラム（ソックスレー抽出法）

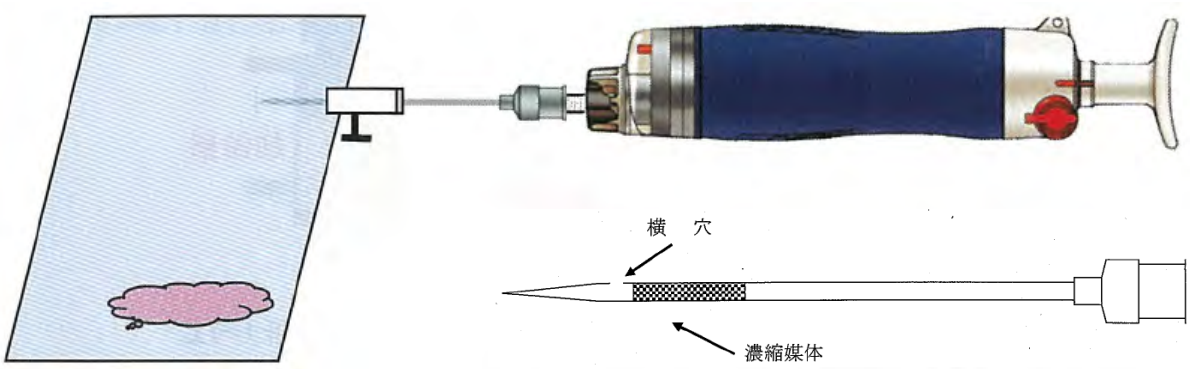
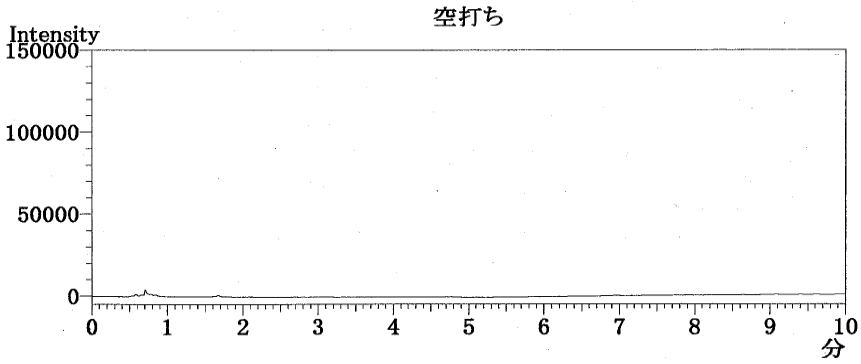


図 7　試料濃縮用注射針による抽出方法（信和化工株式会社資料引用）



カラム	： キャピラリカラム Rtx-1 無極性 10155 内径 0.53mm　膜厚 1μm　長さ 30m
カラム温度	：50℃（5 分保持）～250℃（5 分保持）昇温 10℃毎分
注入口温度	：250℃
検出器温度	：250℃（ＦＩＤ）
注入法	：スプリット（10：1）

図 8　コンディショニングした試料濃縮用注射針の（何も抽出していない状態）クロマトグラム

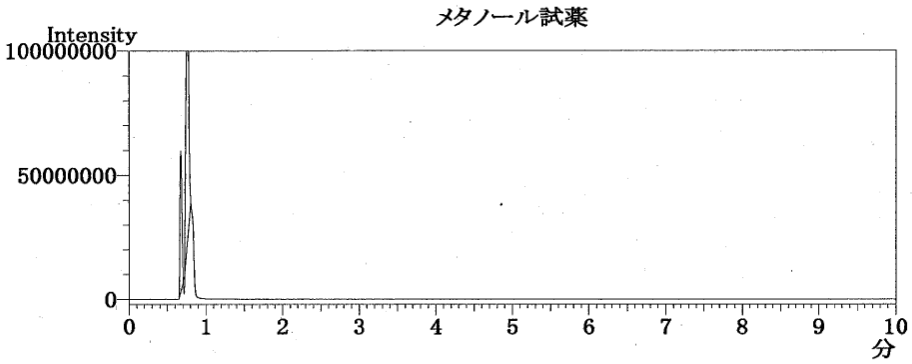


図 9　メタノール試薬のグラマトグラム（試料濃縮用注射針による抽出）

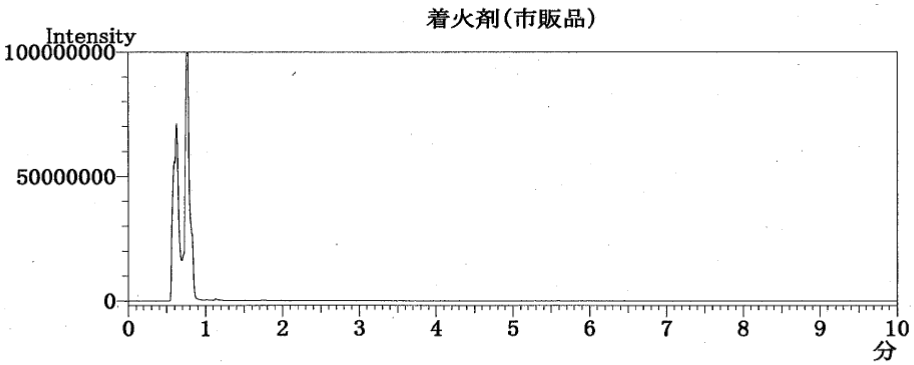


図 10　着火剤（市販品）のクロマトグラム（試料濃縮用注射針による抽出）

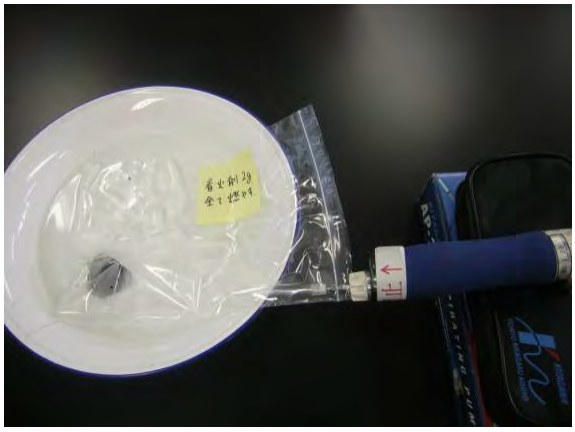


写真 23　湯煎しながら試料濃縮用注射針により抽出

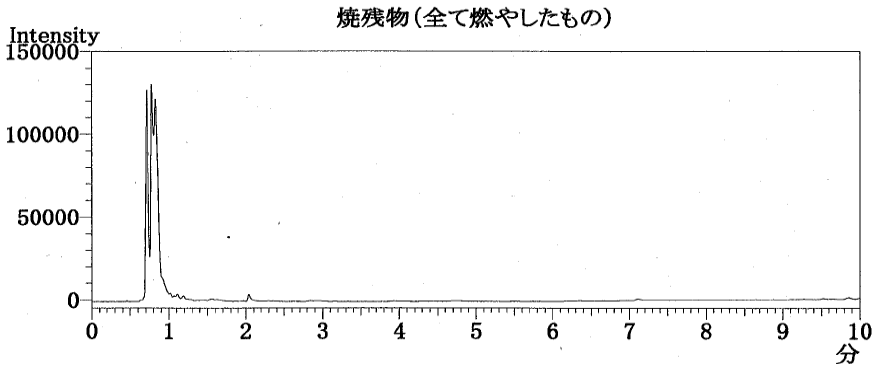


図 11　焼残物（完全に燃焼させたもの）のクロマトグラム（試料濃縮用注射針による抽出）

平成 23 年度　優秀賞　消防職員による原因調査事例

防爆型照明器具の地絡による爆発火災について

鹿島地方事務組合消防本部
荒沼　健、錦織誠司

1. はじめに

可燃性ガスが滞留する場所で使用する電気機器は、電気事業法令等により防爆仕様とされており、「防爆仕様の電気機器は安全である」との認識が強い。

今回紹介するのは、発泡性ポリスチレンビーズ（以下「ポリスチレンビーズ」という。）を取り扱う工場で、ホッパー（製品貯槽）の清掃作業を実施したところ、防爆型照明器具からの地絡により、ホッパー内部に滞留したブタンガスが引火し爆発した火災事例である。

2. 火災の概要

(1) 出火日時

平成 21 年 6 月　11 時ころ

(2) 出火建物の規模等

鉄骨造 4 階建て工場、建築面積 193.73m^2、延べ面積 571.72m^2

(3) 指定可燃物の貯蔵取扱数量

合成樹脂類　一日最大取扱数量 189t/日（63 倍）

(4) 被害状況

人的被害：死者 1 名（30 日死者）

物的被害：工場 1 棟部分焼、ホッパー（45m^3）1 基及び付帯配管等

(5) 気象状況

天候：曇り、風向：北東、風速：3m/s、気温：19℃、相対湿度：95％

3. 工程概要と爆発直前の作業内容

この工場での工程は、重合工程（別施設）で製造した水とポリスチレン樹脂の混合物であるスラリー状のポリスチレンを、脱水、乾燥し、乾燥したビーズ状のポリスチレンはシフター（ふるい）で分級する。大きさに応じて各ホッパーに振り分けられたポリスチレンビーズは、充填工程（別施設）に移送される。（図 1 参照）本火災は、ホッパー内のポリスチレンビーズを充填工程に移送した後、コンタミ防止のためホッパー内の清掃を行おうとしていたところ爆発したものである。清掃作業については、爆発で亡くなった運転員が一人で行っていたため詳細な作業内容は不明であった。

4. 着火物の考察

ホッパーで取り扱われていた物質は、ポリスチレンビーズのみであった。ポリスチレンビーズは、樹脂にブタンを高温・加圧下で溶解させることによって製造されるため、製品化したポリスチレンビーズは含有するブタンガスを緩やかに揮発する性質を持つ。そのため爆発したホッパーには換気設備が設置されていたが、爆発により破損した換気ダクトに多量のポリスチレン微粉が堆積していたことと、ホッパーの空気取り込みノズル（網）の点検実績が不明であることから、当該ノズルは閉塞していた可能性が高い。

また、ホッパーを使用した模擬実験から、ノズルを 90％閉塞した場合は換気能力が著しく低下し、ホッパーのマンホールを開放した場合でも、ガス濃度が爆発下限界以下となるのに 17 分以上を要することが分かった。

以上のことから、着火物はポリスチレンビーズから揮発し滞留したブタンガスと判定した。（図 2、写真 1～3 参照）

5. ホッパーの清掃作業と現場の状況

関係者の供述及びホッパー周辺の状況は、次のとおりである。（図 3 参照）

(1) 清掃手順

製造されたポリスチレンビーズは粒径ごとに各ホッパーへ振り分けるため、乾燥工程終了後は手作業で清掃を行う。清掃作業の手順は次のとおりとなる。

ア　ホッパーのマンホールを開放する。

イ　投光器をマンホール付近に設定し、コンセントに電源プラグを差し込み電源を入れる。

ウ　エアーホースを用いて、ホッパー内部に付着したポリスチレンビーズをブローする。

(2) 発見者からの供述

爆発直後、被災者はホッパーのマンホールから数 m 離れた屋内消火栓まで自力で移動し、熱傷部位を水で冷却していた。被災者は会話ができない状態で、その後、意識を失ったため、爆発直前の作業内容は不明である。

(3) ホッパー周辺の状況

ア　ホッパーは隅角部の溶接線が破断し、側板は膨らむように変形していた。

イ　エアーホースの元弁は閉の状態であった。

ウ　ホッパーのマンホールは開放され、ホッパー天板には投光器が認められた。

エ　投光器の電源プラグはホッパー直近の防爆型コンセントに差さっていたが、当該コンセントはロック式であるにもかかわらず、投光器の電源プラグ（差し刃）はロックされていない状態であった。

オ　防爆型コンセント直近の柱（H鋼）付近と、隣接する No. 11 ホッパー付近に被災者の遺留物が認められた。

6. 出火原因の考察

着火物はブタンガスであることから、可燃性ガスが発火又は引火するときの発火源を、電気的、熱的、化学的、機械的の 4 種類に分け、さらにそれぞれ 2 種類ずつに区分して表 1 のとおり合計 8 種類に発火源を分類した。

これらについて検討したところ、出火原因として可能性の残る「①電気火花」、「②静電気火花」、「⑦衝撃、摩擦、打撃」について、次のとおり消去法にて考察を進めた。

(1) 「②静電気火花」について

ア　火災当日は雨上がりであり、相対湿度が 95%であったこと。

イ　後日、ホッパーのアースを接地抵抗計で測定したところ 7Ω であったこと。（写真 4 参照）

ウ　ホッパーとシフターとを繋ぐ配管及び換気ダクト等の導通の有無をテスターで測定したところ、すべて 1Ω 以下で導通したこと。（写真 5 参照）

エ　製造されたポリスチレンビーズには、帯電防止剤が添加されていたこと。

オ　以上のことから、ホッパーとシフター間の配管及び換気ダクトは導通しており、ホッパーのアースについても正常値であったこと。また、火災当日の湿度は高く、ブタンガスの最小着火エネルギーを超える静電気が帯電する環境でないことから、静電気による出火は否定できる。

(2) 「⑦衝撃、摩擦、打撃」について

ア　ホッパー内に、金属等の物体が衝突した痕跡は認められないこと。（写真 6 参照）

イ　ホッパー下部に残っていた数 k g のポリスチレンビーズを手作業で払い出したところ、1cm 前後の金属片が認められた。この金属片を検証した結果、爆発により混入した伸縮ダクトの破片であることが分かった。（写真 7 参照）

ウ　ホッパー下部の払い出しノズルにはロータリーバルブが設置されていたものの、ホッパ

一下部に残ったポリスチレンビーズは、上部が発泡又は焦げているのに対し、下部（ロータリーバルブ側）は熱影響を受けていないこと。このことから、ロータリーバルブの摩擦熱による出火は否定できる。（写真 8、9 参照）

エ　以上のことから、異物混入による衝撃火花及びロータリーバルブの摩擦熱は否定できるため、衝撃、摩擦、打撃による出火は否定できる。

(3)　「①電気火花」について

ア　爆発後、当該工場の変電室では漏電ブレーカーがトリップしていたため、電源を復旧しトリップした回路（アース）の周波数、漏れ電流を測定するも、異常（漏電）は認められなかったことから、爆発時に漏電が発生した可能性が高い。（写真 10 参照）

イ　投光器の電源コードはマンホールハッチに挟まっており、挟まった箇所は被覆の一部が切れていることから、投光器は当該部位を支点に爆風で飛ばされたものと考えられる。（図 4 参照）

ウ　投光器の電源プラグとコンセントに異常は認められないこと。

エ　関係者（同僚）が、投光器用の電球２個を持って清掃作業に向かう被災者を爆発の 10 分前に目撃していることから、投光器に不具合が生じていた可能性が高い。

オ　防爆型コンセント付近に被災者の遺留物が認められたことから、爆発したとき被災者はこの周辺で作業していたことが考えられる。

カ　投光器の電源を入れた（コンセントに差した）ところ投光器が点灯したため、テスター及びハイテスターを使用し投光器の漏電状況、電圧及び電流波形を測定するも異常はなく、投光器からの漏電は認められないこと。（写真 11 参照）

キ　以上のことから、発火源（電気火花）として考えられるのは投光器以外考えられないものの、投光器は耐圧防爆仕様であり、現場での実況見分（試験）では、漏電の事実等も確認できなかった。

7.　投光器の鑑識

現場での実況見分（試験）で投光器の異常が認められなかったため、投光器の製造メーカー立会いのもと鑑識を実施した。

(1)　投光器の仕様

製造者：I 電気株式会社、出力：100W、防爆記号：d2G3

(2)　投光器の状況

投光器の各部位を、電源プラグ、締付グランド、ホルダ、灯体に分類し、同型品と比較しながら見分したところ、締付グランドと灯体に次の不具合が認められた。（写真 12 参照）

ア　締付グランド

投光器の締付グランド部分の端末処理は、電源プラグ側から見て、ゴムブッシング→クランプ→締付グランド→座金→締付パッキンの順で取り付けられている。これに対し同型品は、クランプ→締付グランド→座金→ゴムブッシング→締付パッキンの順となっていた。（写真 13 参照）

ゴムブッシングの取り付け位置について製造メーカーに説明を求めたところ、使用していた投光器は取り付け順が誤っているため、灯体内部のケーブルが固定されていない状態であることが分かった。

イ　灯体

（ア）ホルダ側の灯体には、白色と黒色の電源配線を接続するための円形の樹脂板が取り付けられているが、円形の樹脂板は回転してしまう。また、赤色のアース配線は灯体本体のネジ止め部（以下、「アース部」という。）に接続されており、アース部と黒色の電源配線を固定するボルトには溶融痕が認められた。（写真 14 参照）

（イ）同型品の樹脂板を見分すると、同型品は黒色配線と白色配線がアース部から同距離

の位置で固定されており、樹脂板は回転しない。

（ウ）電球ソケットの凸型のストッパーは突起が摩耗しているため、ストッパーの機能を果していなかった。電球ソケットに電球を取り付けようとすると樹脂板も同様に回転し、前（ア）のとおり、アース部と黒配線を固定するボルトが接触することが分かった。（写真 15～17 参照）

(3)　鑑識結果からの考察

電球ソケットに電球を取り付けようとすると樹脂板が回転し、灯体（アース部）と黒配線を固定するボルトが接触することと、当該部位に溶融痕が認められることから、灯体には電圧が印加されていた可能性が高い。

また、図 4 に示すとおり、投光器の灯体はホッパー側板に接していたことと、被災者は防爆型コンセント付近で被災したことから、投光器の電源プラグをコンセントに差した瞬間、投光器の灯体からホッパーに電気が漏れ、その際の電気火花によりブタンガスが引火、爆発したと推定した。

8.　投光器の漏電模擬実験

投光器の灯体内部に溶融痕が発見されたことから模擬実験回路を作成し、灯体表面から漏電したときの電流値の測定を行い、投光器から漏電したときのエネルギーとブタンガスの最小着火エネルギーとを比較した。

(1)　模擬実験回路

模擬実験回路は図 5 のとおりで、仮想ホッパーのアース線に流れる電流を電流 1、仮想コンセントのアース線に流れる電流を電流 2、灯体に入力する電流を電流 3 、電圧調整器で入力電圧を調整し、火花が生じたときの電圧及び電流値を観測する。（写真 18、19 参照）

なお、模擬実験回路について、構成上の特記事項は次のとおりとなる。

ア　漏電状態の維持

灯体内部の漏電は、端子台の電源端子とアース端子との接触により生じるが、実験時、この状態を維持することが困難なため、電源とアースの端子間を配線でつないで強制的に漏電状態とした。

イ　火花の確認

この実験では、灯体表面と仮想ホッパーである SUS 製の薄板間の放電状況を観測するが、放電火花の確認については、灯体表面を薄板に接触させた状態で火花の確認は困難であるため、薄板から外したアース配線（先端は圧着端子）を灯体表面に直接接触させ、火花の確認を行った。

(2)　熱エネルギー概略換算

図 5 の模擬実験回路で灯体から漏電（電流 1）した電気エネルギーについて、熱エネルギーに概略換算すると次のとおりとなる。

（爆発でトリップした漏電ブレーカーの仕様）

- 漏電ブレーカーの定格遮断電流＝30mA
- 漏電ブレーカーの遮断時間＝0.1 秒

（熱エネルギー換算式）

積算時間（h）を漏電ブレーカーの遮断時間 0.1 秒と仮定すると、$1J=2.778\times10^{-7}kWh$ であるから、換算式を次式とした。

$$熱エネルギー\ (mJ)=\frac{W\ (電力)\times0.1(sec)}{3600}\times\frac{1}{2.778\times10^{-7}}$$

(3)　実験結果

表 2 に示すとおり、この模擬実験では、火花を目視で確認できない程度の漏電流であってもブタンガスの最小着火エネルギー（0.25mJ）を超える熱エネルギーが発生した。

この模擬実験では、電源端子とアース端子を強制的に接続させ、ホッパーとの接触抵抗等も無視したものである。しかし、実際の投光器の電圧は 100V であり、今回の最大試験電圧は 11.9V であることから、現場での漏電エネルギーは模擬実験回路の漏電エネルギーより大であることは明白である。よって、灯体から漏電した電気（熱）エネルギーは、ブタンガスを引火

させるには十分なエネルギーであることが判明した。

9.　出火原因の判定

以上の考察結果を整理すると、出火原因は、ホッパーの換気能力が不十分のため、ポリスチレンビーズから揮発したブタンガスがホッパー内に滞留していたことと、清掃準備のため投光器をホッパー内部に入れ、電源を入れたところ投光器の灯体から漏電が生じたことから、地絡したときの電気火花によりホッパー内のブタンガスが引火し、爆発したものと判定した。

10.　おわりに

本火災で特記すべきことは、着火物となったブタンガスがホッパー内部に滞留したことと、投光器が漏電してしまったことにある。

これらは調査を進めるうち明らかになったものであるが、前者は、ホッパーにはブタンガス滞留の危険性を認知していたにも係わらず、換気設備の清掃作業を定期的に実施していなかったことが原因であり、後者は、投光器のメンテンナンスを製造メーカーに依頼せず、ノウハウのない状態で点検を実施し、それによってゴムブッシングの取付け位置を誤ってしまったことが漏電の主たる原因である。どちらか一つでも維持管理ができていたら、爆発で人が亡くなることはなかったと考えると憤りを覚える。

今回の火災については類似事故の再発防止のため、当消防本部管内の特定事業所に対しては意見交換会等の会議により危険性を周知させたところである。この火災事例をとおして、さらに多くの方に認知していただければ幸いである。

【参考文献】

1　「危険物の安全」　長谷川和俊著　P47-71
発行所 丸善株式会社
2 「発泡性ポリスチレンビーズ等の取扱い事業所（貯蔵・輸送・加工）の防災指針」P46-53
発行所 発泡スチレン工業会

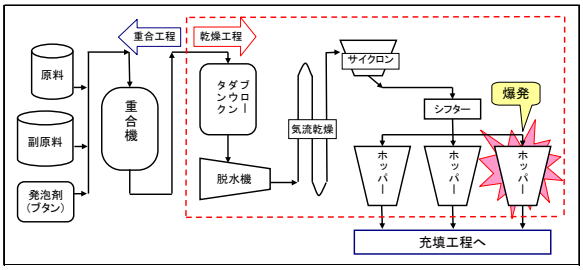


図 1　概略工程フロー

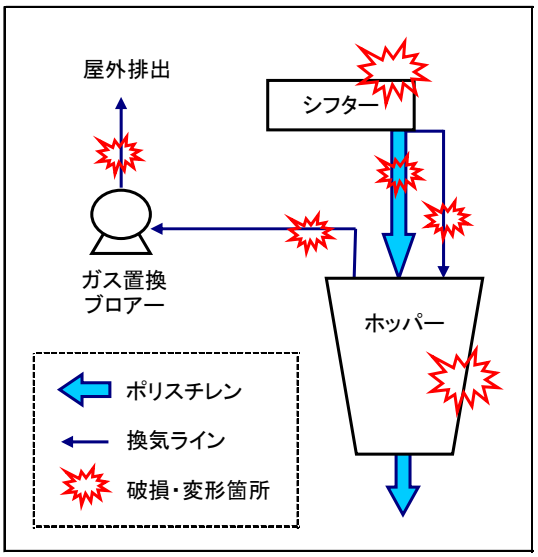


図 2　ホッパー付属の機器

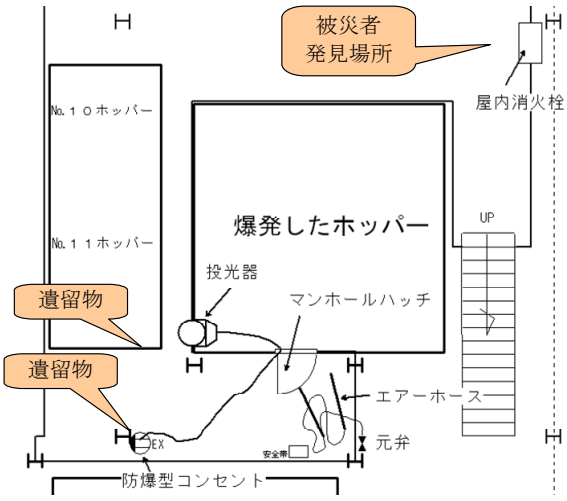


図 3　爆発したホッパー周辺の状況

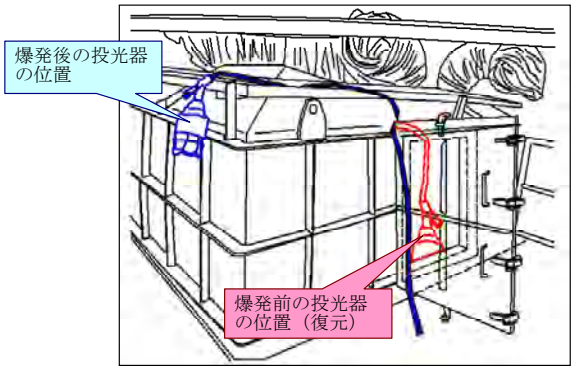


図 4　爆発したホッパーと投光器の位置

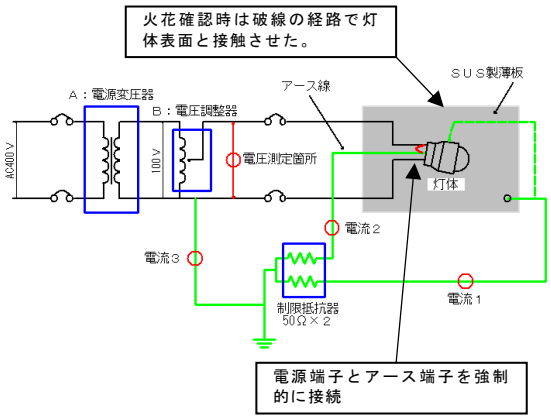


図 5　模擬実験回路図（ホッパーからの漏電想定）

表 1　8 種の発火源

	大区分	中区分
1	電気的発火源	①電気火花 ②静電気火花
2	熱的発火源	③熱面、熱流体 ④放射熱、熱光線
3	化学的発火源	⑤裸火 ⑥発熱反応
4	機械的発火源	⑦衝撃、摩擦、打撃 ⑧断熱圧縮、衝撃波

写真 1　爆発した建物の外観

表 2　模擬回路実験結果

	灯体表面の電圧（V）	（電流1）仮想ホッパーに流れる電流（mA）	電流1の熱エネルギー換算値（mJ）	（電流2）仮想コンセント側に流れる電流（mA）	（電流3）電流1＋2（A）※	火花の目視可否
1	2.63	53.5	14.1	53.4	0.09	不可
2	3.52	71.7	25.2	71.6	0.13	不可
3	4.46	90.9	40.5	90.8	0.16	可能
4	5.46	112	61.1	111	0.20	可能
5	6.66	132	87.9	136	0.24	可能
6	7.65	156	119	156	0.28	可能
7	8.50	173	147	173	0.32	可能
8	9.60	195	187	195	0.35	可能
9	10.6	216	229	216	0.40	可能
10	11.9	240	286	242	0.44	可能

※　電流3の計測値は、電流1と電流2の和に対し誤差を伴う結果となっているが、これは各電流測定器の測定レンジ（精度）の違いにより発生した計測誤差であり、本実験の目的からは、問題ないレベルと判断した。
・電流1、電流2の電流計測定レンジ：10.00mA～200.0A
・電流3の電流計測定レンジ：30.00A～600A

写真 2　爆発したホッパー

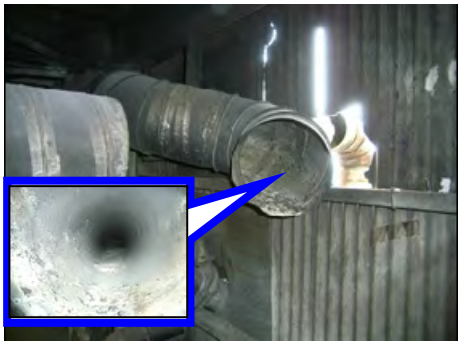


写真 3　破損した換気ダクト内の微粉

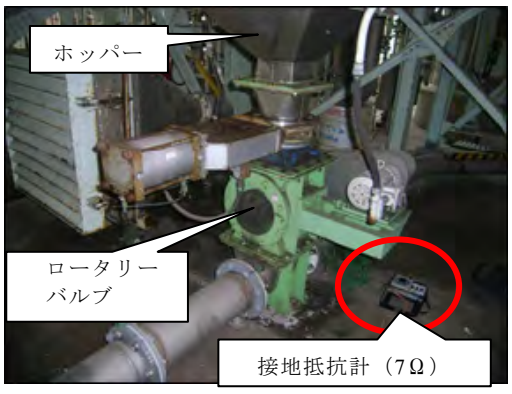


写真 4　ホッパーの接地抵抗測定

写真 5　シフターと配管の導通確認

写真 6　ホッパー内部の状況

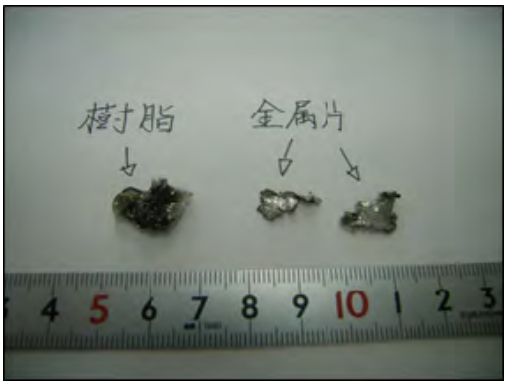


写真 7　ホッパー内に混入していた金属片

写真 8　ポリスチレン（熱影響あり）

写真 9　ポリスチレン（熱影響なし）

写真 10　アースの周波数、漏れ電流を測定している状況

写真 11　投光器から漏電の有無を確認している状況

写真 12　分解した投光器

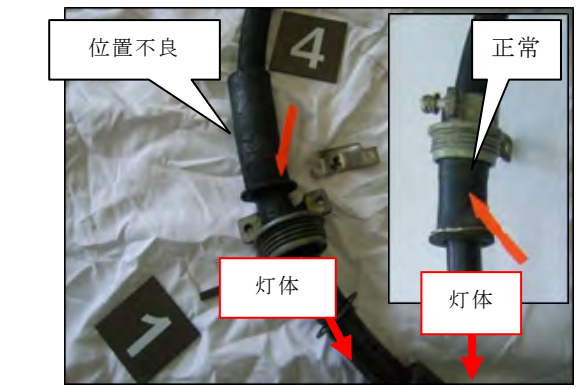


写真 13　ゴムブッシングの位置

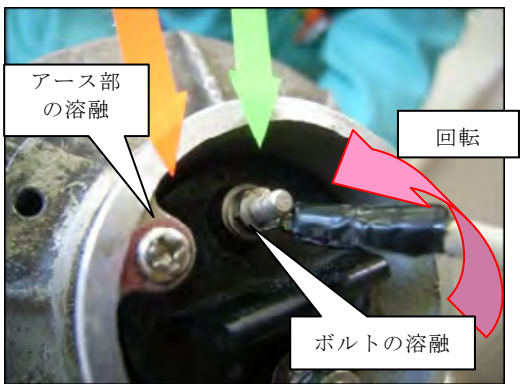


写真 14　アース部とボルトの溶融痕

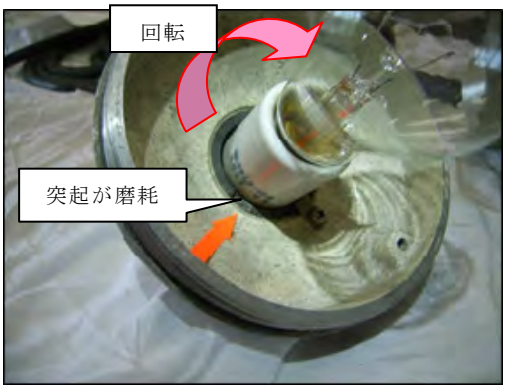


写真 15　電球ソケットのストッパー

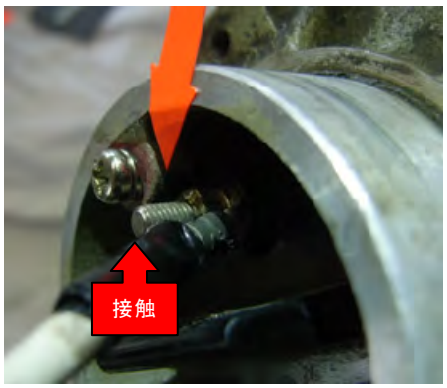


写真 16　アース部とボルトの接触状況（復元）

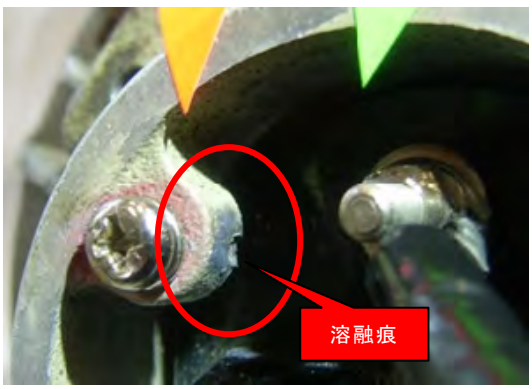


写真 17　放電（漏電）による溶融痕

写真 18　模擬実験回路の全体写真

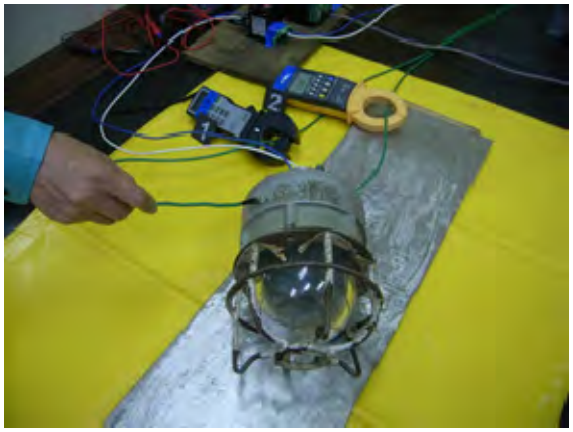


写真 19　実験の様子

平成 23 年度　優秀賞　消防職員による原因調査事例

IH クッキングヒーターに起因する火災について

枚方寝屋川消防組合消防本部
西中宗弘

1. はじめに

近年、住宅内に設置されるコンロは、安全性や経済性がクローズアップされるオール電化住宅等の影響を受けて IH クッキングヒーターの普及率が向上しています。性能についても年々改良が進み、多機能性を有するタイプのものが販売されていることから今後も増加の一途をたどると考えられます。

ガスコンロのように直火が出ないため、高齢者が使用するにも安全とされている IH クッキングヒーターでありますが、一方では使用する鍋底形状の不具合等で安全装置が感知せず出火する事例も報告されています。また、IH クッキングヒーターの原理は電磁誘導であり、コイルに生じる磁力線が金属製の鍋底に渦電流を発生させて抵抗によるジュール熱で鍋自体が発熱する仕組みですが、見方を変えれば家電製品と同様に電気を必要とすることから、今後、電気的な要因で出火する可能性が考えられます。

本件は IH クッキングヒーター内部で部品の一部が焼損した火災であり、製造工程における不具合により発生していることから、類似火災を未然に防止するためメーカーに対し指導を行った事案を紹介します。

2. 現場の状況について

出火日時は平成 21 年 5 月 19 日、17 時 55 分頃です。当消防組合管内の防火構造地上 2 階建て一般住宅（建築面積：75m^2、延面積 150m^2）において、2 階台所のシステムキッチンに設置された IH クッキングヒーターから出火して、同機器内の一部が焼損した焼損程度「ぼや」の建物火災です。

家人 A がお湯を沸かすために IH クッキングヒーターを使用していたところ、少し経過して同機器から出る煙等に気付いています。発見後、器具スイッチとブレーカーを操作して早期に消火を行い、使用を停止したため、延焼拡大には至っていません。

消防への通報は家人 B であり、帰宅後、家人 A からの話を聞き自宅の加入電話から 119 番通報しています。

なお、本件火災による死傷者及び類焼は発生していません。

現場検証時、IH クッキングヒーターのトッププレートを取り外して内部を確認したところ、同機器のヒーター用加熱コイル（最大出力 2000W）から延長された配線の圧着端子と、基板から延長された配線の圧着端子との端子接続部に焼損が認められ、同箇所に取り付けられた絶縁チューブやコードクランプ、インシュロック、また、同接続部下方に取り付けられたファンケーシングダクトの一部が溶融している状態でした。

この時点で、端子接続部で異常が発生していることから、接触抵抗値が何らかの要因により増加して発熱発火したと判断し、現場に立ち会ったメーカーに対して報告書の提出を求めました。

3. メーカーからの報告書について

提出された報告書に記載の見解は「右ヒータ

一加熱コイル端子接続部以外には発熱、発煙した形跡がなく、電気的性能も正常な値であることから､端子接続部の接触不良が原因にて発熱、発煙したものと判断いたします。端子接続部に絶縁チューブの破片の挟み込みがあることから、製造工程での加熱コイル端子の接続時に絶縁チューブの端面を挟み込んでおり、約５年の使用で端子に緩みが生じ接続部の接触抵抗値が増加し、ヒーター使用時に接続部が発熱し熱により周辺の樹脂部品が溶けたものと推定します。」との内容であった。

4. 鑑識の状況について

IH クッキングヒーター内部を見分すると､同機器の下ユニット部の右側に位置する PC 板支え部及びモーター部を覆う樹脂製部品（ファンケーシングダクト）の右側背面寄り箇所に焼損が見分されるが、内部のモーター部等に焼損は認められませんでした。

次に、上ユニット部を見ると、右側の端子接続部に焼損が認められ、同接続部にはインバータ基板のリード線端子に繋がる白色配線の圧着端子と出力 2000W ヒーター用加熱コイル端子から伸びる黒色配線の圧着端子とが対となり、ナット締めにより端子台に 2 組接続された状態で、黒色の配線にはチューブ状の絶縁材（絶縁チューブ）が施されており、いずれも一部がナットに接触し変形していました。さらに、機器本体ケースの右内側面側に位置する絶縁チューブは白色に変色しているのが認められました。

白色に変色した絶縁チューブを除去して内部の黒色配線を確認すると、ナットに接触した圧着端子付近の被覆に溶融が認められ、同被覆を除去して芯線を確認すると、より線に金属光沢はなく、黒色に変色した状態であるが断線箇所や溶融痕は認められませんでした。

5. 再現実験について

インバータ基板のリード線端子に繋がる白色配線の圧着端子（以下「インバータ基板側圧着端子」と記す）と出力 2000W ヒーター用加熱コイル端子から伸びる黒色配線の圧着端子（以下「2000W ヒーター用加熱コイル側圧着端子」と記す）との端子間に絶縁チューブが挟み込まれた場合、その発熱挙動を確認するため、メーカーから任意提出された同型機を用いて、圧着端子間の接続状態を「正常な状態」と「絶縁チューブを挟み込んだ状態」とに区分し、熱電対により接続部の温度測定を実施、発熱状況を比較するための再現実験を実施しました。

(1) 実験方法

インバータ基板側圧着端子と 2000W ヒーター用加熱コイル側圧着端子とを各実験条件で接続し、最大出力で加熱する。

実験条件については、以下アからウの 3 条件で行う。

ア　正常な接続（図 1 参照）

イ　接続部に絶縁チューブを挟み込んだ接続（図 2 参照）

ウ　焼損品から取り外したヒーターユニットを使用して接続部に絶縁チューブを挟み込んだ接続（図 2 参照）

なお、端子接続の際、ナットによる締め付けは手締めで行い、ナットに緩みが無い状態を基準とし、各実験の終了は温度変化の無い状態が３分間継続した場合とする。

(2) 使用器材

ア　IH クッキングヒーター（T 社製、BHP-M46J）:（未焼損品）

イ　IH クッキングヒーター(T 社製､BHP-M46J)
出力 2000W 側ヒーター加熱コイル:(焼損品)

(3) 測定器具

熱電対型及び非接触型温度計

(4) 測定結果

ア　正常な接続条件での結果

2000W ヒーター用加熱コイル側圧着端子とインバータ基板側圧着端子とを正常な接続状態で実験を行ったところ、54℃（30 分以上経過）

で安定（3 分間変化なし）する結果である。

イ　接続部に絶縁チューブを挟み込んだ接続条件での結果

2000W ヒーター用加熱コイル側圧着端子とインバータ基板側圧着端子との接続部に、絶縁チューブを挟み込んだ状態で実験を行ったところ、20 分経過後 99℃、22 分経過後 100℃、25 分経過後 101℃となり、安定（3 分間変化なし）する結果である。

ウ　焼損品から取り外したヒーターユニットを使用して接続部に絶縁チューブを挟み込んだ接続条件での結果

出力 2000W 側に焼損品から取外したヒーターユニットを接続し、同ヒーター用加熱コイル側圧着端子とインバータ基板側圧着端子との接続部に絶縁チューブを挟み込んで実験を行ったところ、3 分経過後 80℃、5 分経過後 100℃、7 分経過後 104℃、10 分経過後 105℃となり、安定（3 分間変化なし）する結果である。

(5)　実験結果及び考察

2000W ヒーター用加熱コイル側圧着端子とインバータ基板側圧着端子が正常な状態で接続された場合に比べ、絶縁チューブが挟み込まれた状態では約 2 倍の温度測定値（101℃）を示す結果でした。

これを考察すると、温度測定値が上昇したのは端子間に絶縁チューブが挟み込まれたことで接触不良状態となり、接触抵抗値が増加して発熱したと考えられます。また、同チューブが劣化した場合、ナットに緩みが生じると締め付け不良状態になり、接触抵抗値はさらに増加すると考えます。

6.　出火原因の判定

鑑識及び再現実験の結果、その他関係資料等を総合的に判断すると、IH クッキングヒーター内部の 2000W ヒーター用加熱コイル側圧着端子とインバータ基板側圧着端子との接続部に製造過程で誤って挟み込まれた絶縁チューブが経年劣化で収縮したため、端子接続部のナットに緩みが生じて締め付け不良状態となり、接触抵抗値が増加したため発熱発火し、配線被覆に着火したと推定しました。

7.　メーカーへの依頼等について

メーカーによると当該 IH クッキングヒーターは平成 21 年現在約 16 万台製造され、全国で約 14 万 5 千台販売されているが、本件以外の事故発生情報はないとのことでした。

しかしながら、かなりの台数が全国の市場にあり、同様の類似火災が発生しないともいえないため、メーカーに再発防止策を依頼したところ、製造過程でナットの締め付け後に「チェック」する工程を増やし、再発を防止するとの回答を得ました。

製品に起因する火災であることから、総務省消防庁消防研究センター火災原因調査室に「火災等事故報告書」を送付するとともに、独立行政法人製品評価技術基盤機構製品安全センターに情報提供を行いました。

また、メーカーも製品事故情報報告・公表制度に基づき経済産業省へ報告したとのことでした。

写真 1　IH クッキングヒーターの設置状況

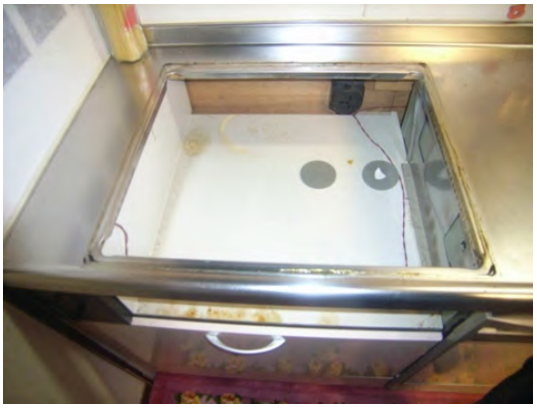


写真２　IH クッキングヒーター取り外し後のコンロ台の状況

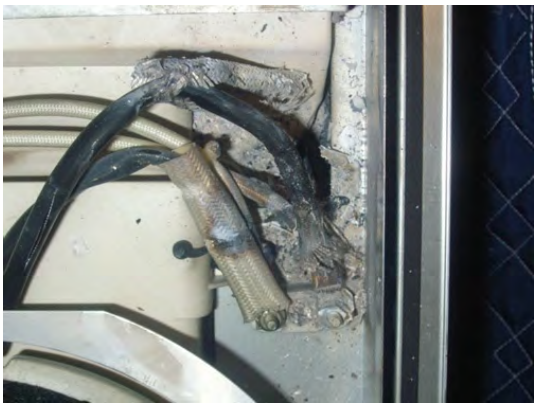


写真 ５　絶縁チューブ除去後の端子接続部の状況

写真 ３　トッププレート取り外し後の機器内部（上ユニット部）の状況

写真６　IH クッキングヒーターの外観（前面）

写真４　2000W ヒーター用加熱コイル側圧着端子とインバータ基板側圧着端子との端子接続部の焼損状況

写真７　IH クッキングヒーターの外観（背面）

写真 8　IH クッキングヒーターの外観（右側面）

写真 9　IH クッキングヒーターの外観（左側面）

写真 10　出力 2000W ヒーター用加熱コイル取り外し後の状況

写真 11　出力 2000W ヒーター用加熱コイル取り外し後のインバータ基板側圧着端子の状況

写真 12　インバータ基板側圧着端子取り外し後の端子台の状況

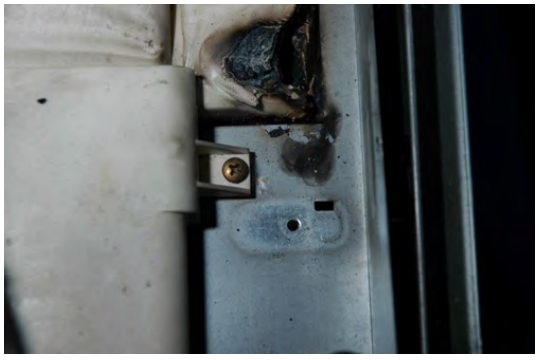


写真 13　端子台取り外し後の状況

写真 14　端子台の機器取り付け面側の状況

写真 15　再現実験の状況

写真 16　端子間が正常な接続条件での再現実験の状況

写真 17　正常な接続条件での熱電対による温度測定の状況（最大値）

写真 18　端子間に絶縁チューブを挟み込んだ接続条件での再現実験の状況

写真 19　端子間に絶縁チューブを挟み込んだ接続条件での熱電対による度測定の状況（最大値）

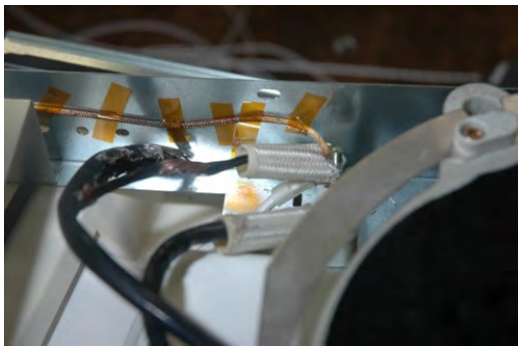


写真 20　焼損品から取り外したヒーターユニットを使用して端子間に絶縁チューブを挟み込んだ接続条件での再現実験の状況

写真 21　焼損品から取り外したヒーターユニットを使用して端子間に絶縁チューブを挟み込んだ接続条件での熱電対による度測定の状況（最大値）

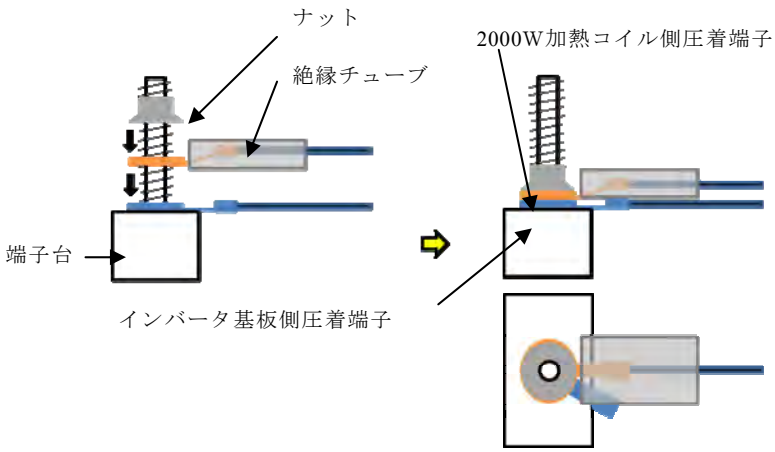


図 1　端子接続部の正常な接続状態（模式図）

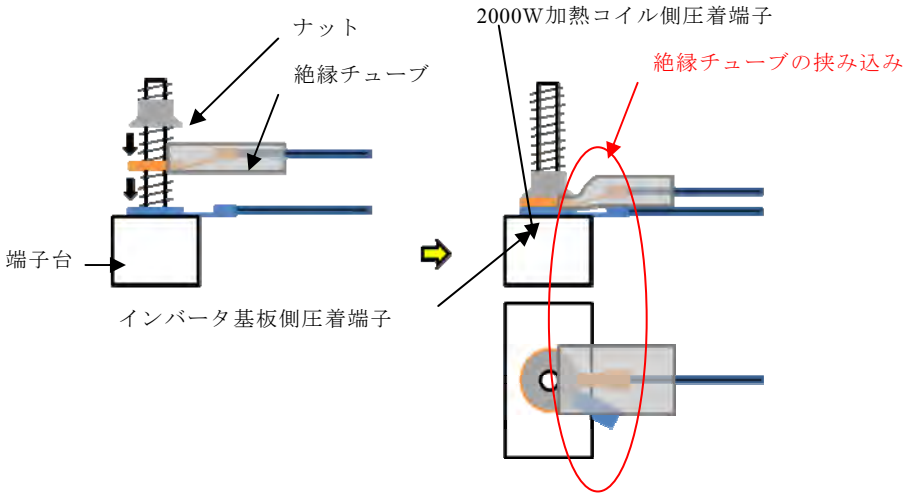


図 2　端子接続部に絶縁チューブを挟み込んだ接続状態（模式図）

平成 23 年度　奨励賞

ストレッチャー・スノー・アタッチメント（SSA）の開発

富良野広域連合消防本部
赤平正淑、水越敦之、八木洋幸

1. はじめに

冬期間における救急活動時のストレッチャー（救急車両車載用）搬送は、降雪による様々な路面変化により、傷病者の安全性やストレッチャー自体の安定性と操作性が確保できていないことがある。更に、転倒による二次災害の発生する危険性があった。そこで、これまでの問題点を検証し､安全に救急活動が実施できるよう、ストレッチャー･スノー･アタッチメント（SSA）を発案し開発に至った。

2. 検証

救急車両に積載装備されているストレッチャーは、立脚状態で搬送することが多く、降雪・雪解け時には泥濘に足を取られバランスを崩し、転倒する可能性がある。凹凸路面においては、振動が発生し直線的に進みづらく、持ち上げながらの搬送となり､ふらつくことが多い｡また、振動が直接傷病者に伝わるなど傷病者にかかる負担が増すこともある。方向変換は車輪の凍結や路面状況により、ストレッチャーを持ち上げることを余儀なくされ、隊員は転倒に対する不安感を持ち続けている。

その他の搬送手段として「布担架」や「バックボード」等が考えられるが、足元が不安定になるため隊員には大きな負担が掛り、ストレッチャーによる搬送より更にリスクの大きい搬送となることが多い。

3. 開発ポイント

ストレッチャーを立脚（最高位）状態で使用することを基本として、(1) 安全性と安定性・(2) 操作性・(3) 振動の軽減・(4) 脱着の 4 点を基本柱とした。

(1) 安全性と安定性

ストレッチャーの脚中央フレームに、搬送時の隊員活動に支障のない長さのスノー・アタッチメントを取付けしたスノーボードを準備し、その高さはストレッチャーに掛かる荷重や降雪を想定して、立脚したストレッチャーの車輪とスノーボードが平行となるように調整し、脚部分とスノーボードの接地面を増やした。その結果、左右の振れが小さくなり全体のバランスが保たれ、安定性と安全性を向上させることが可能となった。また、ストレッチャーに掛る荷重や降雪状況で異なる高さを補正するため、アタッチメントの高さを 3 段階に調整できるものとした。

(2) 操作性

ストレッチャーの脚中央フレームにスノー・アタッチメントを取付けしたスノーボードを装備した結果、安定性が保たれ、滑走させることにより搬送時（移動）の労力が軽減し、直進性や方向変換をスムーズにさせた。

(3) 振動の軽減

傷病者への振動は、路面状況にもよるが車輪（ゴム製）使用時には、凹凸を一つ一つ拾い、その振動が直接傷病者に伝わり影響を及ぼすことがあったが、スノーボードを装備し滑走させた場合の振動は、凹凸全体をスノーボードが包み込み、細かな振動は伴うが、車輪走行と比べると傷病者に与える影響は極端に低い状態で軽

減させた。

(4)　脱着

現場における脱着の遅延は、活動上の支障となる問題点であり、安全かつ迅速に行わなくてはならない。よって、救急車からの搬入・搬出時のアタッチメントの脱着を一連の動作の中でできるように、ストレッチャーの脚中央フレームを受けることができるガイド板を設け、セッティングに手間が掛からないように、迅速・的確に対応できるようにした。

4.　シミュレーションによる検証結果

圧雪・アイスバーン・新雪時の路面状況において使用した結果、下記の利点と課題が挙げられた。

【利点】

(1) ストレッチャーの安定性が増し、傷病者への安全性が向上した。

(2) ストレッチャーの操作性の向上と隊員の疲労軽減。

(3) 傷病者への振動軽減。

(4) 脱着が簡単

【課題】

(1) PA 連携時は消防隊の車両に積載できるが、救急車内の積載にはスペースが限られており、少ない。

(2) スノー・アタッチメントを装備すると、ストレッチャーの高さ調整が不可能。

5.　おわりに

冬期間における路上搬送は、傷病者の負担や不安感が大きく、また隊員にとても安全性や安定性に対する危機感をいだいて搬送して来た。今回のスノー・アタッチメント製作により、ストレッチャーの操作性や安定性を向上させ、傷病者にとっての安心感を得ることができた。

今後は、救急車内の装備品のレイアウトの変更やストレッチャーのあらゆるポジションでアタッチメントが対応できるよう改良を重ね、安全・迅速な活動を行いたいと考える。

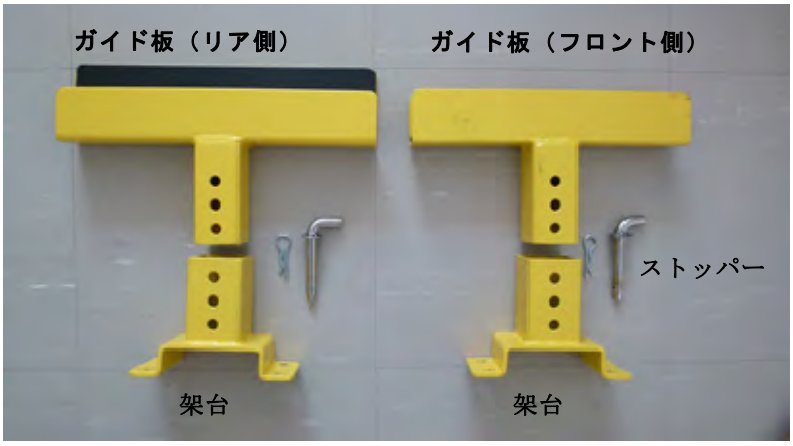
【写真 1-1】完成写真。スノーボードに装着したアタッチメント

【写真 1-2】完成写真

【写真 1-3】完成写真

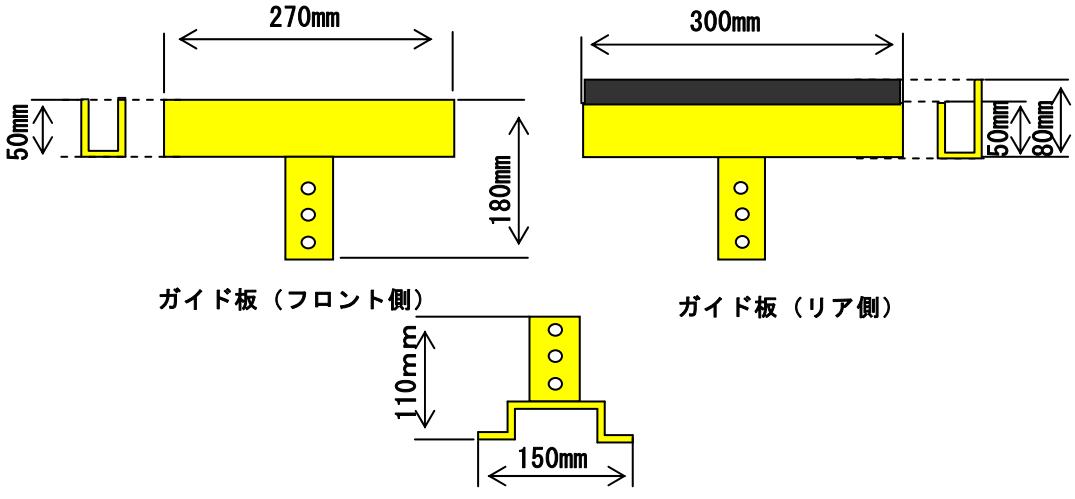
【写真 2-1】アタッチメント（フロント側）

【写真 2-2】アタッチメント（リア側）



【写真 3】アタッチメント・パーツ

パーツは「ガイド板」と「架台」から成り、高さ調整を 3 段階とした。特に、リア側の「ガイド板」を 1 段高くして、搬出入時にストレッチャーのフレームを脱着しやすくした。



【図 1】アタッチメント・寸法

【写真 4-1】ストレッチャーに装着時

【写真 4-2】正面
（車輪とスノーボードを平行にすることにより安定）

【写真 5-1】搬出時
ガイド板の凹部にストレッチャー脚フレームを挿入

【写真 5-2】ガイド板（リア側）を 1 段高くすることによりストレッチャー脚フレームが受けやすく脱着がスムーズ。

【写真 6】傷病者収容搬送
操作性や方向変換が容易で移動による労力が半減した。

【写真 7】搬入時
アタッチメントからストレッチャー脚フレームが外れ車内に収容。特に操作することなく通常の搬入状況下で使用。

平成 23 年度　奨励賞

カーナビを活用した消防水利情報表示システムの開発

四日市市消防団
加藤芳男

（開発の背景）

近年、就業構造の変化、地域の連帯意識の希薄化によるなどにより、消防団を取り巻く環境も大きく変化しています。四日市市消防団では国の方針に基づき、消防団員の増員を図っていますが、増員を図る経過で大きく 2 つの問題が浮上してきました。ひとつが会社勤めをする分団員の増加。もうひとつが地元出身でない方が入団するケースの増加です。

特に引っ越しや転勤で新しく地域へ来た方が多く入団される機会が増加し、出動の際に地元の地理や水利に明るくない方が火災出動する際の地理水利の問題解決が課題となっていました。

現在、四日市市の消防団員については携帯電話のメールにて火災の発生と発生場所を送信し、分団員召集を行っています。分団員はその後、消防団車庫に集合し、出動するのですが、土地勘のない分団員については、出動場所の確認や水利情報の確認に時間を要することが少なくありません。一般の消防車両については、通信情報指令端末として地図情報に水利が入力された AVM という端末を積載し、動体管理をしていますが、高価な機械であることから、消防団車両には積載していません。

消防団では上記理由から地理水利に明るくない分団員が増加していることから、一般の消防車両と同じように消防団車両に地図情報に水利を載せた機器積載の要望が寄せられていることから、消防本部の所有する消防水利のデータベースを活用して、消防団車両に地図と水利を明示するシステムができないかについて、調査研究を行いました。

（これまでの取り組み）

本検討については平成 18 年から検討を始め、いろいろと試行錯誤を繰り返しました。導入のポイントとして下記の 5 点に留意し、検討を進めました。

① 消防本部から提供を受けた消防水利データ（消防水利の場所の緯度・経度情報）を活用できるものであること。
② 消防団車両に積載することから車載､可搬が可能なものであること。
③ 水利情報を地図情報と併せて表示できること。
④ 将来的には消防団車両全車両への積載が必要なことから、作業が簡易であること。
⑤ システム開発を含む機器導入にかかる費用が安価であること。

当初、ポケット PC に地図システムを取り入れて開発を行い、活用をしたのですが、操作システムが複雑で不具合が発生すると操作することができない団員が多く、また消防水利を選定するまでに時間がかかりすぎるなどの問題点がありました。

そのため、団員がどのような場合でも簡単に操作でき、しかも短時間で火災現場までのルート検索や消防水利の選定が行えないかと考え、日進月歩で進化している市販のカーナビゲーションに目をつけ、消防水利データを取り込めないかについて研究を進めました。

そのような中、現在市販されているカーナビ

ゲーションに消防本部から提供を受けた水利データ（緯度・経度情報）を複数のパソコンソフトを介して変換することで取り入れることに成功し、市販のカーナビゲーションを活用した消防水利表示システムを開発することができました。

（Pocket PC を活用した水利システムの問題点）

従来、活用していた Pocket PC は、四日市市の消防水利の全データ（約 7,000 件）を入力することができたのですが、全データの入力を行ってしまうと処理速度が低下し、GPS を使った自車位置の表示に遅れが発生し、カーナビとしての機能が損なわれておりました。

そのため、入力するデータ量を火災出動する範囲に限定した水利データ（約 1,400 件）に絞って活用していましたが、ジャイロスコープが搭載されていないため、方角表示が的確にできないなどの問題点がありました。また、Pocket PC を活用した特殊なシステムのため､不具合が発生した場合には専門的な知識を持っている団員でしか対応ができませんでした。

（カーナビゲーションを活用した消防水利システム）

今回、開発したカーナビゲーションを活用した消防水利システムは、GPS 性能が格段に高くなったことから、火災場所の選定や消防水利の選定をスムーズに行うことができるようになりました。しかもジャイロスコープを搭載しているので方角表示が的確に表示されるようになりました。

また、開発を進めていく上で一番の問題点であった消防水利データをカーナビゲーションへ取り込む方法については、消防本部の所有する水利情報のデータベースを複数のパソコンソフトを介して加工することで、簡単にカーナビにデータ入力できることが判明しました。加工したデータはあらかじめメモリーカードに四日市市全体の消防水利データを入力しておき、必要に応じて各地域のデータをカーナビゲーション本体へ入力する方法で入力数の限界問題を解決することができました。

（開発の成果）

今回、カーナビゲーションに消防水利データを取り入れ、消防水利をマーク表示するシステムを開発したことにより、火災現場までのルート選定や消防水利の位置を短時間で検索することができ、また、団員が日頃取り扱っているカーナビゲーションと同様の操作であるので、団員からも非常に高い評価をいただいています。費用も 1 台 5 万円程度と従来の車両端末装置（AVM）を設置するよりはるかに安価で積載することができます。

さらに、着脱・載せ替えが簡単にできることもあり、机上での防御検討会においての水利確認や徒歩等での水利調査に役立てることも出来ます。これから、実災害等で活用し検証を進めていきたいと考えています。また、携帯電話も日々進化している事から、メールで届いた火災現場の位置情報を Bluetooth 機能を利用し､容易にカーナビと連動出来ないかなど、研究を進めていきたいと考えています。

① Pocket PC を活用した消防水利システム（電源 OFF の状態）

② Pocket PC を活用した消防水利システム（電源 ON の状態）

③ カーナビを活用した消防水利システム
（電源 ON の状態）
（通常の地図表示操作も簡単にできる）

④ カーナビを活用した消防水利システム
（電源 ON の状態）
（画面も大きく見やすい）

平成 23 年度　奨励賞

傾斜感知警報器

東近江行政組合消防本部
西川義起

1. 開発に至る経緯

大規模な地震災害が起こり、倒壊した建物や瓦礫内に要救助者が取り残されている場合、建物内や瓦礫内に進入して救出活動を行いますが、活動中は大きなリスクを伴い、万が一の場合は隊員が死傷するという危険性があります。

今年 3 月に起こった東日本大震災でも我々消防や、自衛隊が広範囲に倒壊建物や瓦礫内の要救助者を救出、検索活動を行いましたが、常に危険と隣り合わせという状況にありました。

また、火災現場においても、徹底した安全管理下で活動を行っていますが建物倒壊による職員の死傷事故が全国で発生しているのが現状です。特に残火処理時や火災調査時においては建物がいつ倒壊してもおかしくない状況といえます。

こういった倒壊危険のある建物内や瓦礫内で活動中におけるリスクを低減するため、近年ではショアリングやクリビングという手法が広がってきました。

しかし、ショアリングやクリビングの欠点は設定までに時間がかかることと、当然作業は倒壊危険のある建物内で行うことになります。

そこで、ショアリングやクリビング設定前から完了後においても、素早く倒壊前兆を感知し、且つ継続的な監視ができる装置で、ショアリングとクリビングの欠点の補完を目標としました。

2. 概要

倒壊危険のある建物に設定することで、装置設定時より倒壊の前兆となる建物自体に傾きが発生すると即座に感知し、大音量の警告音とともに赤色の警告灯が点灯して危険を知らせます。

特徴は、極小の傾斜発生に対しても３６０度の全方向に対応し感知でき警告することが可能です。

3. 構造

(1) 外観

装置は本体部、水平調整器、取り付け台で構成されています。

本体部の上部にはメインスイッチ、警報消音スイッチ、水平器、安全灯（緑色 LED）が取り付けられており、安全灯は本体が水平状態であれば点灯し、本体が傾斜すると消灯します。（写真 1、2 参照）

側面は警告灯（赤色 LED）が　三箇所設置されており、本体が水平状態であれば消灯しており、本体が傾斜すると点灯します。（写真 3、4、5 参照）

本体部の下には本体の角度を調整する、自由雲台というカメラの三脚に付いてある調整器が取り付けてあります。この調整器は最大 90 度まで角度が変えられる様になっています。（写真 2 参照）

調整器は取り付け台に設置されています。取り付け台はＬ字型で裏面には滑り止めが付いており、傾斜角 60 度までの対象物に設定しても滑りません。また、取り付け網をピン等で固定すると、木製柱等のほぼ垂直の場所にも設定ができるようになっています。

(2)　内部構造

本体部の内部は電源、警報ブザー、傾斜感知器、制御基板で構成されます。

電源は、1 個 1.5V のボタン電池 4 個を電源としています。警報ブザーは市販の防犯ブザーを代用したもので 100dB の音量を発します。(写真 6 参照)

傾斜感知器は、傾斜皿、カバー、鉄球で構成されており、傾斜皿の素材は　銅で円形の皿状になっており、中心に向かって 1.5 度の傾斜を設けています。(図表 1、2 参照) カバーは ABS 樹脂製で銅箔テープを内側に 360 度貼り付けてあります。鉄球を傾斜皿に乗せ、傾斜皿と接触しないように 1mm の隙間を設けカバーを被せ設置してあります。

制御基盤は、マイクロリレーを介して警報ブザーと傾斜感知器に接続されており、さらに安全灯（緑色 LED）と警告灯（赤色 LED）にも接続されています。

本体が水平状態から傾くと、傾斜感知器の傾斜皿上の鉄球が外側に転がりカバーの内側と接します。これにより傾斜皿とカバーが鉄球を介して繋がり、制御基盤の回路が成立して警報ブザーが鳴動します。同時に、安全灯が消灯し、代わりに警告灯が点灯し危険を知らせます。

4.　設定方法

(1)　平面への設定

監視を行う対象物に装置を設置し、水平器を見ながら本体を水平状態に合わせます。(写真 7、8 参照)

水平状態に合わせた後、メインスイッチを「ON」にすれば、設定完了です。(写真 9、10 参照) また傾斜角最大 60 度まで設定が可能です。(写真 11、12、13 参照)

(2)　柱等の垂直面への設定

設定したい場所が、ピン等を刺せるような場所であれば、取り付け網を使用し、2 本以上のピン等で固定します。(写真 14 参照)

ピン等が刺さらない場所ならば、取り付け網にガムテープ等で直接貼り付けして設置します。(写真 15、16 参照)

5.　設置が有効な現場

(1)　建物火災における残火処理や火災調査のとき

火災により柱の焼け細り等で建物自体が脆くなった状態、また、放水により畳等が水を含んで重くなり、建物に大きな過荷重が掛かり倒壊する可能性がある箇所に設置します。

(2)　ショアリング前からショアリング後の継続的な監視を行うとき

ショアリングを行う前は、天井高等の計測を行うため屋内に入りますが、この時に設置しておけば安全管理の一環として有効であり、また、ショアの設定中も安全管理を行うことができます。

ショア設定後も、従来であれば建物の傾きを目視での監視や、ショアに打ち込んだネイルの開き等で建物の監視を行ってきましたが、この装置を設置しておくことで、機械的な監視を 24 時間継続して行うことができ、時間経過の中で微かな傾きも感知出来ます。また、夜間等で警報ブザーの大音量が憚られる現場では、警報消音スイッチを使用すれば警告灯のみ作動させることができます。

(3)　瓦礫救助を行うとき

瓦礫が積み重なった現場では、瓦礫同士が複雑に積み重なり合っており、一つの瓦礫を不用意に動かすと他の瓦礫も連動して動き、最悪の場合は要救助者が生存している空間を潰してしまう危険性もあります。

この装置を瓦礫の上に複数個設置し、崩壊危険がないかまた、瓦礫同士がどの様に連動しているか確認しながら作業を進めることができます。

6.　まとめ

最後に、いつ崩れて来るか分からない建物内での活動は隊員にとって大きなリスクとストレスになります。また、これまでも度重なる事故が発生していると言うことは、このような現場での安全管理の難しさを物語っています。

今後この装置で、いち早く危険を知らせることで死傷事故が減り、より安全な現場活動ができる様目指していきたいと思います。

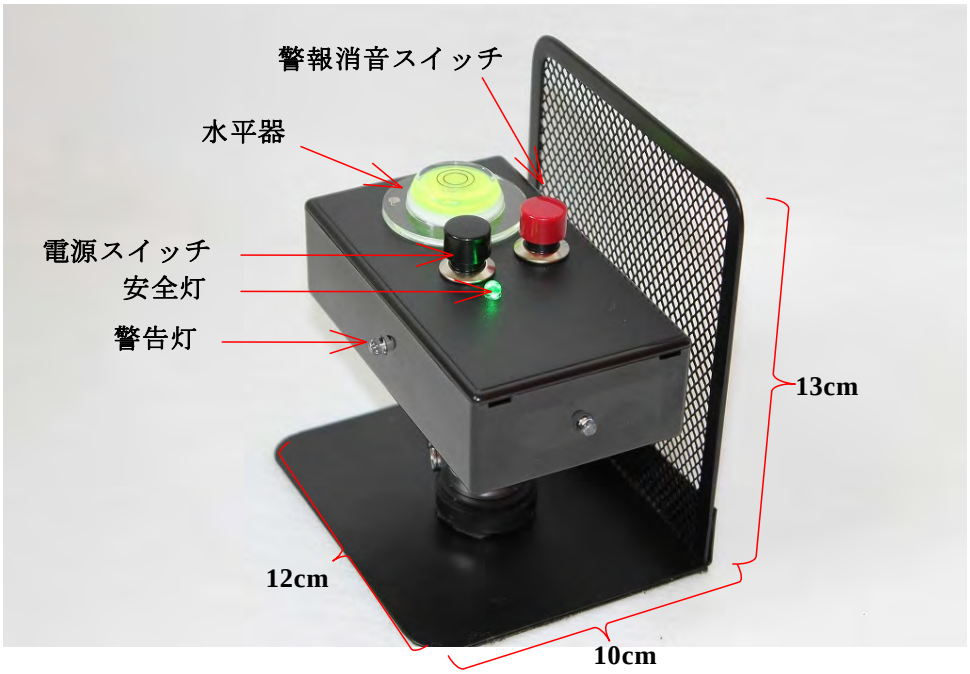


写真１　全体図

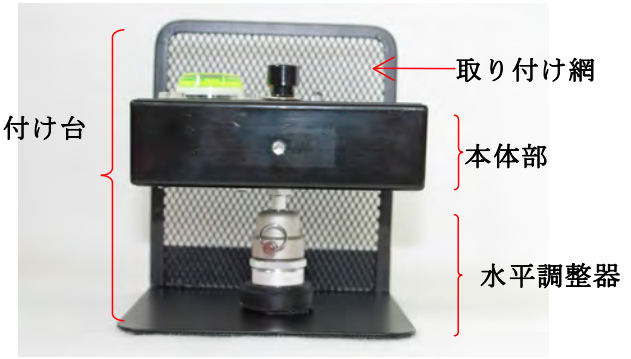


写真２　正面図

写真３　左側面図

写真４　右側面図

写真５　警告灯の点灯状態

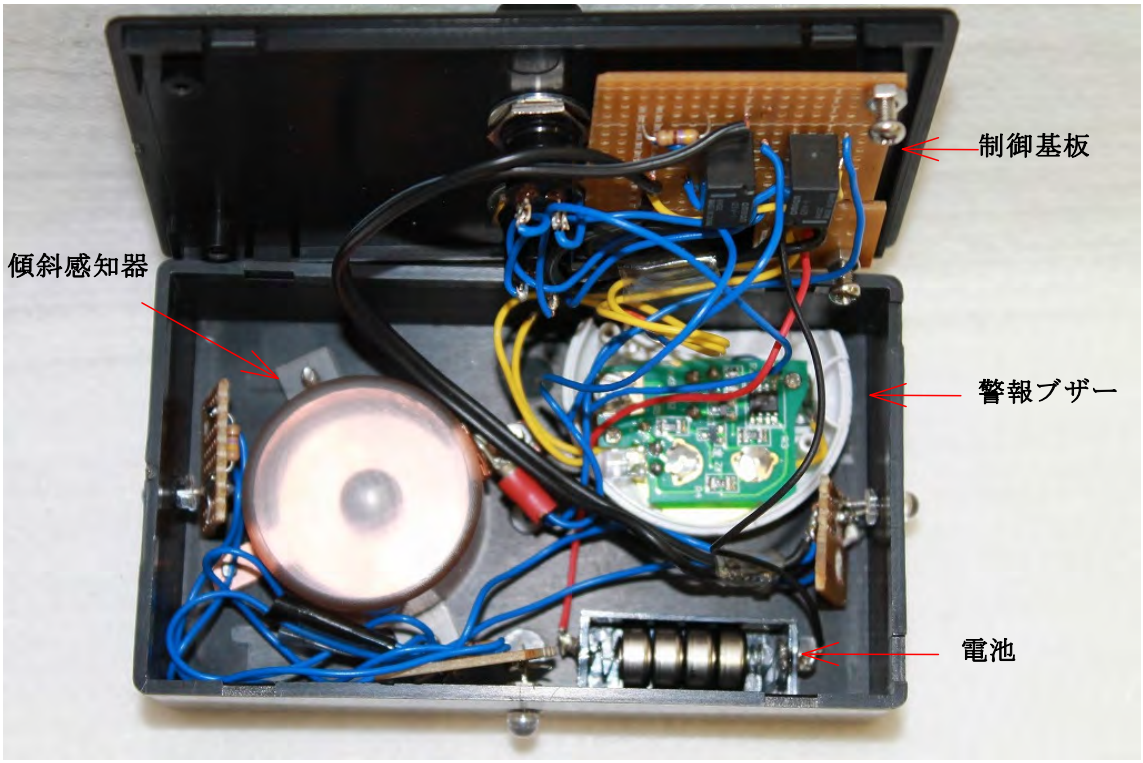
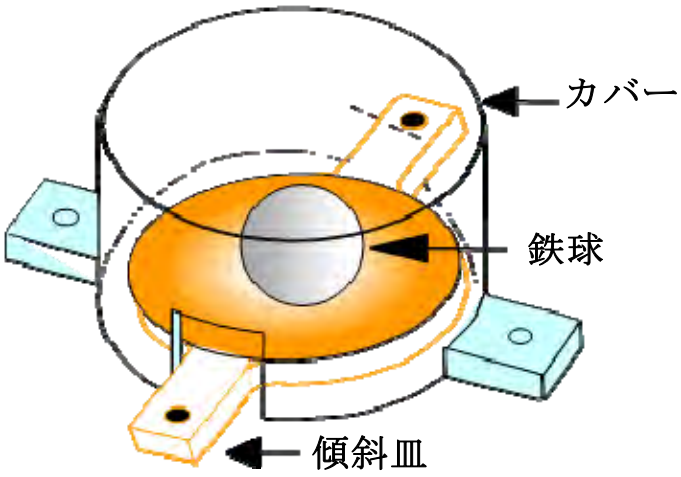
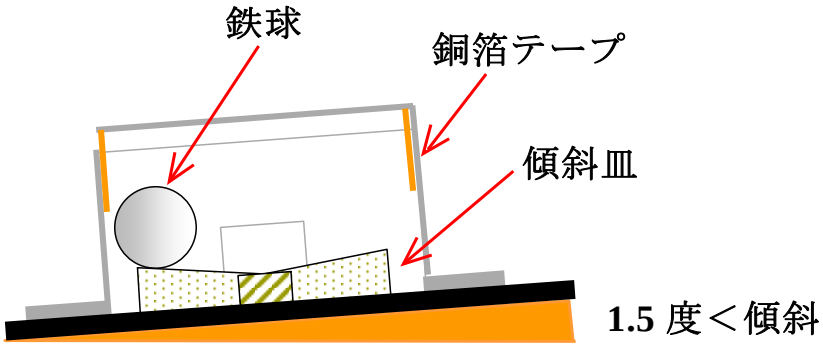


写真 6　内部構造の状況



図表 1　傾斜感知器全体



図表 2　傾斜が 1.5 度より傾けば傾斜皿、鉄球、銅箔テープが回路として成立する

写真 7　平面での設定状況

写真 8　水平調整器で水平にする

写真 9　電源スイッチを押して設定完了

写真 10　傾きを感知すれば警告灯とブザーが反応

写真 11　最大傾斜角 60 度まで可能

写真 12　金属上での設定状況

写真 13　コンクリートでの設定状況

写真 14　垂直面でもピンで設定可能

写真 15　コンクリート壁にはテープで固定

写真 16　テープでの固定状況

5　研究懇話会

研究懇話会は、消防研究センターにおける研究の活性化、研究の効率的推進、研究員の資質の向上等を図るため、研究成果や事故等の調査結果に関する報告、また海外事情の報告などの発表、講演または話題の提供により、意見の交換、討論、質疑応答を行う場として設けられている。

会は毎月（2 月と 8 月を除く）一度開催されており、加えて、海外からの招へい研究者による発表など、所長が必要と認めた場合には臨時に開催されている。

●平成 23 年 5 月 10 日

東日本大震災における大規模火災について考えていること

〇篠原雅彦

●平成 23 年 5 月 10 日

東日本大震災におけるコスモ石油千葉精油所および JX 仙台製油所の火災について

〇岩田雄策、鈴木　健、内藤浩由

●平成 23 年 5 月 10 日

2011 年東北地方太平洋沖地震の際に石油コンビナート地域で観測された地震動（第一報）

〇畑山　健

●平成 23 年 5 月 10 日

鹿島石油鹿島製油所、鹿島共同火力及びシーケムの現地調査（4 月 22 日実施）の概要報告

〇吉原　浩

●平成 23 年 6 月 14 日

2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う製油所の火災・漏洩調査結果（速報）

〇西　晴樹

●平成 23 年 6 月 14 日

2011 年東北地方太平洋沖地震及びその後の地震による福島県下の土砂災害の調査報告

〇新井場公徳、吉原　浩、天野久徳

●平成 23 年 6 月 14 日

圧縮空気泡によるアルミニウム火災消火時の水素発生挙動

〇佐宗祐子、内藤浩由
近藤伸一、廖　赤虹、山野光一、松島至俊、
坂本直久（モリタホールディングス）
松下孝志、
神田　聡（東近江行政組合消防本部）

小規模アルミニウム火災に対する圧縮空気泡消火の有効性と安全性を検証することを目的に、燃焼アルミニウムへの泡または水注入時の水素発生挙動ならびに消火剤飛散挙動について、小規模実験により検討した。圧縮空気泡の気水比を 0（水）から 20 倍の間で変化させた全実験条件において、消火剤注入時に水素の発生が確認され、発生した水素の一部はその場で燃焼することがわかった。水素発生量が多い条件では発生した水素の燃焼も顕著になるため、水素残留量は注入方法によらずほぼ一定となった。

燃焼アルミニウムの量に対して区画の容積が充分大きく換気が充分であれば、水系消火剤の使用により発生した水素の爆発危険性は比較的小さいと推定された。しかし、区画容積が小さ

く天井付近の気密性が高い場合は、爆発下限界を超える可能性が考えられる。

泡または水注入時の消火剤の飛散挙動の観察結果より、圧縮空気泡は、水に比べ比較的穏やかにアルミニウム試料上に堆積することがわかった。実火災では、消火剤の飛散に加え、アルミニウム自身が燃焼を継続しながら飛散し延焼拡大の原因となることが考えられるため、実規模実験による更なる検証が必要である。

●平成 23 年 7 月 12 日

2010 年 4 月 4 日 El Mayor-Cucapah 地震（Mw7.2）の際の Los Angeles 盆地における長周期地震動増幅特性　～1 年間の米国地質調査所滞在報告をかねて～

○畑山　健

2011 年 4 月 4 日に米国・メキシコ国境付近で発生した Mw7.2 の地震の際に南 California 地域で得られた強震記録を用いて、Los Angeles（LA）盆地の長周期地震動（周期数秒から十数秒）増幅特性を調べた。この地震では、LA 盆地の周辺の約 250 もの観測点で強震記録が得られた。これは、同地域における長周期地震動増幅特性の空間較差を観測記録から明らかにできる最初の機会である。本研究では、LA 盆地周辺岩盤に対する盆地内部の長周期地震動増幅率を観測記録の解析から求め、同盆地に対する実測に基づく長周期地震動周期別増幅率の地図を初めて提示した。この地図は、増幅率は、LA 盆地中央部と大型石油タンクが数多く立地する盆地西部（Manhattan Beach）で最大級であり、高層ビルが林立する LA ダウンタウンでは大きくないことなどの特徴を描いている。盆地中央部の大増幅は、その部分で地震基盤が最深となるとされていることで説明できるが、盆地西部の大増幅はこれまでに提案されている地震波速度構造モデルでは説明困難であり、今後その原因を究明する必要がある。

●平成 23 年 7 月 12 日

警察における各種検査の概要

○塚目孝裕

前職である埼玉県警科学捜査研究所で行っていた検査についての概要を報告し、日常業務として行っていた鑑定の法的根拠、また県警組織内での求められる役割に関して説明した。さらに、目的は異なるが、解析手法に共通点の多い消防と警察での事案調査に関して述べた。

●平成 23 年 9 月 13 日

底板の裏面腐食による石油タンクからの油流出事故事例

○西　晴樹

平成 22 年 4 月、和歌山県の事業所内の潤滑油を貯蔵している屋外貯蔵タンクの底板近傍から潤滑油が漏洩しているのが作業員により発見された。潤滑油の漏洩量は、約 70kL であると推測される。発災タンクは昭和 38 年に設置されたものである。タンクを開放して点検したところ、タンク底板中央部に 5cm×6cm の開口部が発見された。底板表面にはコーティングがなされており、表面はほとんど腐食しておらず、主に底板裏面からの腐食が進行したものと考えられる。調査の結果、タンク底板直下に強酸性の物質が存在し、腐食が促進され、さらに局部腐食が進行し、開口に至ったものと推測される。

●平成 23 年 9 月 13 日

高感度熱量計を用いた金属粉の微少発熱挙動

○岩田雄策

本報告では Mg 及び Al 粉の微少発熱について、等温型高感度熱量計 TAMⅢ（以下 TAM という）を用いた結果について報告した。金属粉が空気中の水分と反応することも予想されるため、湿度の Mg 粉に対する影響について調べた。また、反応不活性な雰囲気としてアルゴン雰囲気で実験を行い、微少発熱反応への影響を検討した。その結果、以下のことがわかった。Mg 粉及び

Al 粉の発熱反応に関して、湿度と温度が高くなると発熱も大きくなった。Al 粉の場合、湿度が RH80%になると発熱が大きくなった。両者とも発熱反応は、自己触媒反応で進行することがわかった。

●平成 23 年 9 月 13 日

（海外報告）NFPA 主催リチウムイオン電池ワークショップ参加報告

〇塚目孝裕、尾川義雄

アメリカ NFPA が 2010 年 12 月より行ってきた、リチウムイオン電池の安全性に関する調査に関するワークショップへの参加報告である。このワークショップは、一連の調査の第 1 段階が終了したことで行われた。第 1 段階終了までの内容は、リチウムイオン電池全般（電池の構造、材料から報告されている事故事例等）に関する報告であり、さらに、今後リチウムイオン電池に関する危険性を評価していく上で行わなければならない実験等の方向性について討論された。ワークショップ終了後訪問した UL（Underwriters Laboratories Inc.）での情報交換に関しても併せて報告した。

●平成 23 年 10 月 11 日

水またはガス系消火剤による消火方法とその得失

〇尾川義雄

水は非常に優秀な消火剤であるが、すべての火災に対して最適方法ということではない。水による消火方法の代替としてガス系消火剤を用いるものがあるが、一般的でないためその特徴が十分理解されていない。本発表では、火災の状況に適した消火方法の選択に資するため、各種消火剤の消火効果とともにそれら消火剤の持つ得失についても論じた。

●平成 23 年 10 月 11 日

2 種類のゾーンモデルによる煙性状予測の比較

〇山田常圭（東京大学）
阿部伸之、田村裕之

2 層ゾーンモデルとしては、BRI2 と呼ばれるプログラムが我国の建物の防火安全設計手法のデファクトスタンダードとして広く用いられてきた。一方、米国においても、米国の原子力施設の火災ハザード解析においてゾーンモデル（CFAST 等）が推奨プログラムとして指定され、活用が図られている。筆者らは、現在 GUI を充実させた使いやすいゾーンモデル（仮称 NRIFire）を開発中であり、その解析プログラムとして後者の CFAST を用いている。今後、本プログラムの実用化を図る上では、BRI2 による予測や実験との比較による妥当性の検証が不可欠となるが、過去に系統的に両者の比較検討を行った例は少ない。今回、BRI2 と CFAST の計算プログラムを、3 種類のケースに適用して煙層の降下状況、温度について比較を試みた。その結果、大規模空間と、小規模、特に火炎が含まれる室規模での煙性状の結果には、この二つのモデルには大きな差が認められた。今後、プルームやドアジェット、さらには開口部での換気量等、各現象の個々のモデルについての影響の検討、また実大実験、CFD との比較検討を通じて、それぞれの計算プログラムの特徴と適用範囲について検討を行う必要がある。

●平成 23 年 10 月 11 日

台風 12 号による新宮市及び那智勝浦町の被害の概況

〇新井場公徳、久保田勝明、若月　薫

大規模自然災害時の消防活動の実態と課題について明らかにするために行った、平成 23 年台風 12 号による災害時における消防活動に係る調査結果を報告した。過去の経験に従うだけでは、経験を超える現象が発生する場合に被害を防ぐことや効率的に対応することができないこ

とから、経験のない降雨の場合にどのようなことが起こりうるのか、という観点での危機管理も防災対応上必要であること、また、消防職団員の活動をより安全なものとすべく、地域で発生しうる災害の危険性の把握と周知のほか、河川水位や堤防の状況などの情報を収集し、それを活用した組織的な安全管理及び消防団も含めた通信機能の充実が必要であることが明らかになった。

●平成 23 年 10 月 11 日

北海道札幌市火災現地調査

〇森井統正、若月　薫

北海道札幌市で発生した一般住宅火災により、消防隊 4 名が受傷する事故が発生したので、現地での調査を行った。現地においては、札幌市消防本部を訪問し、職員からのヒアリング調査、受傷した隊員の個人装備品の見分を行うとともに、実際の火災現場で事故発生時の状況を調査した。本調査の結果をもとに、今後の類似の受傷事故の防止を図るための検証を行う予定である。

●平成 23 年 11 月 8 日

Underwriters Laboratories and speak briefly about our research work on battery safety

〇Harry P. Jones

（Underwriters Laboratories Inc.）

UL（Underwriters Laboratories Inc.）が実施しているリチウムイオン二次電池の危険性評価実験に関しての講演である。針刺し内部短絡試験、加熱試験等の各種の試験を実施して、リチウムイオン二次電池がどのような挙動を示すかに関して動画を示して説明した。

●平成 23 年 11 月 8 日

小規模建築物の防火安全対策のための研究

－個室型店舗等の現状把握と火災危険性について－

〇小野美沙登、若月　薫

今までは、比較的大規模建築物の火災による被害が多く、それらの火災の被害を減らすために一定規模以上の建物に対し法改正等の対策がとられてきた。近年、雑居ビル内の飲食店、個室ビデオ店、グループホーム等の小規模事業所等で、死傷者を伴う火災の発生が目立つ状況である。特に増加している個室型店舗等、小規模建築物の建物構造や内装、収容可燃物は変化し極めて複雑化している。

火災事例から、小規模建築物に入居することが多い用途の中でも人命危険が特に高い、多数客を高密度に収容、かつ居住就寝用途と言える、個室ビデオ店、複合カフェ（インターネットカフェ）、カラオケボックス、テレクラ（消防法施行令別表第一（２）項ニ、以下「個室ビデオ店舗等」という。）に着目することとし、実態把握及び実験を行う。火災危険性及び燃焼性状等を定量的に把握し、それらをわかりやすく作り変えることで、火災予防に役立てると同時に、消防活動の安全に資することを目的とする。本報では「個室ビデオ店舗等の現状把握」及び「インターネットカフェ実大実験とその分析」の一部について報告した。

●平成 23 年 12 月 13 日

一般取扱所の地下コンクリートピットからの油流出事故

〇西　晴樹、熊倉　貴

平成 23 年 8 月、道路工事のため道路を掘削したところ黒い油のような液体が確認された。消防本部が成分分析を行ったところ、隣接する事業所で取り扱う危険物に類似の物質であることが明らかとなった。事業所の協力を得て、事業所内を調査すると掘削した井戸から同様の液体

が確認された。当該危険物が使用されている事業所は鉄板を加工する工場であり、当該一般取扱所を点検したところ、コンクリート製の地下ピットに亀裂が確認された。当該亀裂から長年にわたり油の漏洩が継続したものと考えられる。

●平成 23 年 12 月 13 日

化粧油の蓄熱発火危険性に関する研究

○岩田雄策

タオル等に染みこんだ植物油や植物性ワックスが酸化発熱し、発生した熱が蓄熱して自然発火することがある。この場合、二重結合が酸化発熱の大きな要因であり、二重結合の数が多い植物油ほど酸化発熱し自然発火しやすいことになる。本研究では、双子型熱量計 C80 及び自然発火温度測定装置 SIT を用いて、二重結合を持たない化粧油であるスクワラン対して熱分析を行い、蓄熱発火危険性について調べた。その結果、スクワランは二重結合を持つ植物油同様、自然発火することがわかった。ただし、自然発火する限界の温度は植物油よりも 40℃以上高いことが考えられた。

●平成 24 年 1 月 10 日

英国留学の報告

○廣川幹浩

2011 年 1 月から 1 年間、英国ロンドン大学大学院に留学し､経営学に関する修士を取得した。コースの授業では、戦略学、組織学、組織統治学などを学び、災害現場で救援部隊を組織管理する上で大変参考になった。そこで、本発表においては、留学中に参加した授業の概要を紹介し、海外の理工系大学院以外の選択肢としての情報提供を行った。また、留学が約 3 か月経過した時に東日本大震災が発生した。在学中のロンドンでの震災対応(在英大使館への震災説明)、ロンドンから見た震災の様子なども説明した。併せて、ロンドンでの私生活の様子などを報告し、今後の海外出張の参考となればと思う。

●平成 24 年 1 月 10 日

消防活動における安全管理と特異火災事例の紹介

○尾川義雄

県消防学校警防科における講義内容から、消防活動における安全管理と特異火災事例に関する内容について抜粋して紹介した。一般的な建物火災においては、倒壊危険や落下物のおそれなど現場の安全管理と、再燃防止のための確実な消火に関する配慮が必要である。化学合成工場での爆発火災や禁水性の化学薬品に起因する火災については、事業者側から詳細な情報を入手することで、適切な消火方法の選択と二次災害の防止に役立つものである。消火活動が最優先事項でない場合として、避難誘導が重視される駅舎高架下における火災、及び制御下で燃焼継続させて収束を図るガス火災など、具体例を挙げて説明した。

●平成 24 年 1 月 10 日

リチウムイオン二次電池加熱試験の結果報告

○塚目孝裕

平成23年3月の規制見直しで対象となったリチウムイオン二次電池の危険性評価と安全対策に関して、当所において行ってきた実証実験とその結果、それらの行政へどのように生かされたのかを説明した。

●平成 24 年 3 月 13 日

石油タンク火災用の泡消火薬剤について（第 7 報）－流動性の違いによる消火特性－

○内藤浩由、佐宗祐子

佐澤　潔（深田工業）

山谷詩朗（第一化成産業）

泡の起泡性、保水性、流動性が、泡の消火性能に影響を及ぼすパラメータであることは経験的に知られているが、これら泡性状は非定常的性質を有するため、厳密に制御することは困難を極める。そのため、タンク火災の泡消火過程

の定量的評価を行った研究は、極めて少ない。このような泡消火過程の複雑さゆえ、大規模石油タンク火災に対する詳細な消火戦術や、より効率的な泡消火技術の提案までには至っていないのが現状である。ここでは、前報より検討を行ってきた泡消火薬剤、泡性状（起泡性・保水性）の違いによる泡の消火性能に続き、泡の流動性の違いが泡消火性能に及ぼす影響を検討することを目的とした。

6　調査技術会議

最近の火災調査や特異火災調査の事例、あるいは、危険物流出等の事故事例の紹介や原因調査に活かすことができる科学技術等について情報や意見の交換を行い、出火原因や事故発生原因のみならず、原因調査の進め方や行政反映方策などの火災・危険物流出等事故調査に関する情報を全国の消防本部等で共有することによって、各消防本部等における原因調査技術の向上を図ることを目的として平成 23 年度は「調査技術会議」を 5 回、全国各地で開催した。

第 1 回　火災調査編

平成 23 年 5 月 27 日開催　　会場　消防研究センター　　参加者 209 人

講演 1	消防研究センター　松原美之 消防研究センターの紹介
講演 2	消防研究センター　田村裕之 静電気火災の発生メカニズム及び火災原因調査
火災事例発表 1	鹿島地方事務組合消防本部　荒沼　健 防爆型照明器具の地絡による爆発火災
火災事例発表 2	新潟市消防局　伏見栄浩 カートリッジタンクの口金について
火災事例発表 3	足利市消防本部　松﨑智行 観賞魚用ヒーターからの出火事例
火災事例発表 4	児玉郡市広域消防本部　石倉和宏 軽トラック荷台に放置された床ワックスが染み込んだタオルからの出火再現実験
火災事例発表 5	静岡市消防局　平井裕己 差込みコネクターの火災について
火災事例発表 6	所沢市消防本部　塩谷　誠 電気フライヤー火災の原因調査について
火災事例発表 7	消防研究センター　藤井一徳 パワーウインドウ操作スイッチからの出火事例

第 1 回　危険物流出事故調査編

平成 23 年 5 月 26 日開催　　会場　消防研究センター　　参加者 145 人

講演 1	消防研究センター　松原美之 消防研究センターと原因調査
講演 2	消防研究センター　西　晴樹 危険物流出事故調査結果について

事例発表 1	富山市消防局　石井　誠 特定屋外タンク貯蔵所からの危険物漏洩事故
事例発表 2	酒田地区広域行政組合消防本部　梶原真一 固定屋根付き浮き屋根式屋外タンク貯蔵所のインナーフロート破損事故について
事例発表 3	横浜市消防局　石黒康長 インナーフロートタンクにおける浮きぶた外周部のシール脱落事故について

第 2 回　　平成 23 年 7 月 29 日開催　　会場　名古屋国際会議場　　参加者 167 人

講演 1	消防研究センター　山田　實 消防研究センターの紹介
講演 2	消防研究センター　田村裕之 静電気火災の発生メカニズム及び火災原因調査
火災事例発表 1	名古屋市消防局　前田　研 ガス給湯器付き風呂釜からの出火事案
火災事例発表 2	伊那消防組合消防本部　原　一伸 電気配線が原因による大型バス火災について
火災事例発表 3	湖南広域消防局　楠元仁史、岸村賢治 エアコン室外機から出火した火災
火災事例発表 4	大垣消防組合消防本部　北島幸勝 経年劣化した扇風機火災事例について
火災事例発表 5	浜松市消防局　馬場隆光 走行中の車両から出火した事例
火災事例発表 6	消防研究センター　石垣秀己 蛍光探傷装置の火災について
危険物等事故事例発表 1	上田地域広域連合消防本部　堀池正博 給油取扱所における軽油の漏えい事故について

第 3 回　　平成 23 年 9 月 8 日開催　　会場　札幌市教育文化会館　　参加者 105 人

講演 1	消防研究センター　松原美之 消防研究センターの紹介
講演 2	消防研究センター　田村裕之 静電気火災の発生メカニズム及び火災原因調査
火災事例発表 1	札幌市消防局　浅井俊亘 ユーザー責任による車両火災事例
火災事例発表 2	富良野広域連合消防本部　赤平正淑 JR 石勝線特急列車トンネル内火災
火災事例発表 3	名取市消防本部　江川　圭 加熱式加湿器から出火した火災について

火災事例発表 4	石狩北部地区消防事務組合消防本部　石岡智幸 木材加工工場における集塵機火災について
火災事例発表 5	仙台市消防局　石澤克敏 東日本大震災に起因する火災概要
火災事例発表 6	消防研究センター　下田直史 プレス機の粉塵爆発火災について
危険物等事故事例発表 1	苫小牧市消防本部　会田智大 接触改質装置反応塔入口配管の分岐配管接続部火災について

第 4 回　火災調査編

平成 23 年 12 月 1 日開催　　会場　大阪市消防局　　参加者 213 人

講演 1	消防研究センター　松原美之 消防研究センターの紹介
講演 2	消防研究センター　田村裕之 静電気火災の発生メカニズム及び火災原因調査
火災事例発表 1	大阪市消防局　西田秀光 アルコール系助燃剤の検出に成功した事例
火災事例発表 2	鳥取中部ふるさと広域連合消防局　米田健二 乾草が自然発火したと推定される火災事例
火災事例発表 3	高知市消防局　松原孝浩 再発が防げたこんろ火災について
火災事例発表 4	明石市消防本部　早川　徹 火災予防行政の難しさについて
火災事例発表 5	南越消防組合消防本部　中村義和 連続して発生した石油小型給湯器からの出火について
火災事例発表 6	倉敷市消防局　富山大吾 コードレススチームアイロンから出火した火災について
火災事例発表 7	消防研究センター　藤井一徳 パワーウインドウ操作スイッチからの出火事例について

第 4 回　危険物流出事故調査編

平成 23 年 12 月 2 日開催　　会場　大阪市消防局　　参加者 163 人

講演 1	消防研究センター　松原美之 消防研究センターの紹介
講演 2	消防研究センター　西　晴樹 危険物流出事故調査結果について
事例発表 1	堺市消防局　青野雅也 屋外貯蔵タンクからの流出事故

事例発表 2	坂出市消防本部　大福　保 事業所内の部分停電に伴う製造所設備からの漏洩事故について
事例発表 3	海南市消防本部　竹田正樹 特定屋外タンク貯蔵所底板からの流出事故

第 5 回　　平成 24 年 2 月 23 日開催　　会場　北九州市消防訓練研修センター　　参加者 163 人

講演 1	消防研究センター　松原美之 消防研究センターの紹介
講演 2	消防研究センター　田村裕之 静電気火災の発生メカニズム及び火災原因調査
火災事例発表 1	北九州市消防局　橋本　輝 湯たんぽの破裂による火災について
火災事例発表 2	延岡市消防本部　甲斐正満 遠赤外線ヒーターからの出火事例について
火災事例発表 3	伊予消防等事務組合消防本部　篠永　亮 消防研究センター並びに近隣中核消防局の協力を得て原因判定した自然発火事例
火災事例発表 4	松江市消防本部　澤田友樹 落雷による住宅火災について
火災事例発表 5	鹿児島市消防局　黒木貞嘉 白蟻が引き起こす電気配線の短絡
火災事例発表 6	消防研究センター　三浦　大 除湿乾燥機からの出火事例
危険物等事故事例発表 1	西宮市消防局　長畑武司、田栗良太郎 金属加工工場における切削油の流出について

Ⅲ　関 連 業 務

1　研究交流

(1) 派遣

ア．国際研究集会等

	派遣者名	期　間	派遣先	国際研究集会の名称等	経費負担方法
1	若月　薫	23.6.12 ～6.29	米国	米国防火協会（NFPA）年次会議、国際火災科学安全学会（IAFSS）、世界火災試験研究機関機関長会議（FORUM）	
2	篠原雅彦	23.6.19 ～6.29	米国（メリーランド大学、NIST）	第 10 回国際火災安全学会（IAFSS）でのポスター発表・聴講、「都市および原野－都市境界での火災拡大を理解するための共同研究を探るための日米ワークショップ」での招待講演・聴講	
3	松原美之	23.6.23 ～6.29	米国（NIST (Gaithersburg)）	International Forum of Fire Research Directors	
4	畑山　健	23.8.23 ～8.26	米国（サンターバーバラ）	4th IASPEI/IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion（第 4 回国際地震学・地球内部物理学連合/国際地震工学連合国際シンポジウム「表層地質が地震動に与える影響」）	
5	天野久徳	23.9.6～9.8	フランス（パリ）	The 14th International Conference on Climbing and Walking Robots and the Support Technologies for Mobile Machines (CLAWAR2011)	
6	松原美之	23.9.10 ～9.15	オーストラリア（キャンベラ）	FutureGOV Congress Australia 参加（長官代理）	招待
7	天野久徳	23.11.22 ～11.24	韓国（仁川）	The 8th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence	

	派遣者名	期　間	派遣先	国際研究集会の名称等	経費負担方法
8	天野久徳	24.1.25	米国（ニューオリンズ）	Underwater Intervention 2012	
9	天野久徳	24.1.26	米国（サクラメント）	Aerial Firefighting Interenational Airshow and Conference	
10	西　晴樹	24.2.21 ～2.23	エジプト（カイロ）	OAPEC&JCCP 主催、Conference On Hydrocarbons Transportation Pipelines in Arab States（アラブ諸国における炭化水素パイプラインに関する会議）における発表、聴講、意見交換等	

イ．海外での調査・共同研究等

	派遣者名	期　間	派遣先	目　的　等	経費負担方法
1	細川直史	23.5.8 ～5.11 23.8.28 ～8.31 23.10.31 ～11.3 24.3.11 ～3.14	中国北京市（中国地震応急捜救中心 National earthquake response support service）	日中協力地震緊急救援能力強化計画プロジェクトにおける短期派遣専門家としての派遣	JICA 依頼
2	尾川義雄	23.8.29 ～9.3	米国（ボルチモア市、シカゴ市）	米国火災予防研究財団（FPRF）主催リチウムイオン電池保管保全調査研究ワークショップ参加、Underwriters Laboratories Inc. 火災部門訪問、情報交換・施設見学	
3	塚目孝裕	23.8.29 ～9.3	米国（ボルチモア市、シカゴ市）	米国火災予防研究財団（FPRF）主催リチウムイオン電池保管保全調査研究ワークショップ参加、Underwriters Laboratories Inc. 火災部門訪問、情報交換・施設見学	
4	久保田勝明	23.9.29 ～10.9	フランス（パリ）、ドイツ（フランクフルト、ベルリン、ミュンヘン）、イタリア（ミラノ）	欧州における 救急搬送トリアージ体制調査	

ウ．国内での調査

	派遣者名	期　間	派遣先	目　　的　　等
1	篠原雅彦	23.9.14	富士吉田市外二ヶ村恩賜県有財産保護組合、明神山	北富士演習場・明神山での火入方法，体制等および野焼き現場調査

(2) 受け入れ

ア．実務研修員

	研修員名（所属等）	期　間	研　修　部　局	研修担当官
1	藤井一徳(さいたま市消防局)	22.4.1 ～24.3.31	原因調査室	原因調査室長
2	下田直史（千葉市消防局）	22.4.1 ～24.3.31	原因調査室	原因調査室長
3	石垣秀巳（静岡市消防局）	22.4.1 ～24.3.31	原因調査室	原因調査室長
4	三浦　大（横浜市消防局）	23.4.1 ～25.3.31	原因調査室	原因調査室長
5	熊倉　貴（川崎市消防局）	23.4.1 ～25.3.31	原因調査室	原因調査室長
6	嶌津晃二（船橋市消防局）	23.4.1 ～25.3.31	原因調査室	原因調査室長
7	武田正瑞（藤沢市消防本部）	23.4.1 ～25.3.31	原因調査室	原因調査室長

イ．連携研究員

	研修員名（国籍、所属等）	期　間	研　究　課　題	受入研究室
1	小野美沙登（東京消防庁）	22.4.1 ～24.3.31	小規模建築物（雑居ビル）火災における煙・有毒ガスに関する研究	大規模火災研究室
2	森井統正（東京消防庁）	23.4.1 ～25.3.31	建物火災時における消防隊員の活動環境に関する研究	大規模火災研究室

ウ．実習学生、インターンシップ等

	研修員名（国籍、所属等）	期　間	研　究　課　題	受入研究室
1	小張玲奈（東京理科大学）	21.4.1 ～24.3.31	火災時における可燃物から発生する有毒ガスに関する研究	大規模火災研究室
2	巖上純也（北海道大学）	21.9.1 ～24.3.31	火災時電気設備に関わる燃焼モデル整備	大規模火災研究室
3	Xiao Qiuping	23.5.16 ～7.15	化学物質の危険性評価に関する研究	危険性物質研究室
4	中野多聞（北海道大学）	23.9.1 ～24.3.31	火災時電気設備に関わる燃焼モデル整備	大規模火災研究室
5	薄木太一（北海道大学）	23.9.1 ～24.3.31	火災時電気設備に関わる燃焼モデル整備	大規模火災研究室

(3) 共同研究

ア．国際学術交流

	機　　関　　名	国　名	実施期間
1	Institute of Chemical Processes, Seoul National University（ソウル国立大学工学部化学プロセス研究所）	韓国	2004.9～
2	Nanjing University of Science and Technology（南京理工大学）	中国	2007.11 ～2012.11
3	Fire Technology Institute of Korea Fire Equipment Inspection Corporation	韓国	2007.12～

イ．国内の大学等との連携

	機関名	契約日
1	横浜国立大学	23.4.1

ウ．調査・共同研究等

	共同研究課題名	共同研究相手先	担当研究室	実施期間
1	泡消火の高度化に関する研究	深田工業株式会社、第一化成産業株式会社	上席研究官、危険性物質研究室	2007.4.1 ～2016.3.31
2	中高年男性の住宅火災死者増加の背景要因解明のための火災と検案・解剖情報を用いた統計的分析研究	東京都監察医務院、消防庁予防課技術政策室	研究統括官、大規模火災研究室	2007.5.1 ～2014.3.31
3	瓦礫内探索レスキューロボット用移動機構の開発	学校法人加計学園	地域連携企画担当部長	2008.4.28 ～2012.3.31

	共同研究課題名	共同研究相手先	担当研究室	実施期間
4	首都圏震災時における効果的な被害情報の収集・伝達とその活用に関する実証的研究	学校法人工学院大学	火災災害調査部長、地震等災害研究室、研究企画室、上席研究官	2009.5.1 ～2015.3.31
5	救急搬送時間短縮システムの設計等に係る共同研究	仙台市消防局	地震等災害研究室	2009.7.1 ～2012.3.31
6	航空機を活用した最適消防力運用に関する研究	独立行政法人宇宙航空研究開発機構	火災災害調査部長、地震等災害研究室、研究企画室、上席研究官	2009.8.11 ～2012.3.31
7	放火火災による被害軽減に関する研究	財団法人消防科学総合センター、財団法人社会安全研究財団、大阪市消防局	研究統括官	2009.9.1 ～2012.3.31
8	災害対応のためのセンシング・ユビキタス時空基盤技術の研究開発	独立行政法人情報通信研究機構	地震等災害研究室	2009.10.26 ～2016.3.31
9	再生資源物質火災の消火技術に関する研究	東京大学消防防災科学技術寄附講座教授　山田常圭、株式会社モリタホールディングス技術研究所	上席研究官、危険性物質研究室	2011.10.1 ～2013.1.30
10	住宅火災における死者発生メカニズムの分析に関する研究	学校法人東京理科大学	原因調査室、大規模火災研究室	2011.11.1 ～2013.3.31
11	火災発生時における一酸化炭素拡散状況の研究	横浜市	大規模火災研究室	2011.11.28 ～2012.5.31
12	消防防災無人ヘリコプタの高精度飛行制御技術の研究開発	独立行政法人産業技術総合研究所	地域連携企画担当部長、地震等災害研究室	2011.12.1 ～2014.3.31
13	災害監視無人機システムの有用性評価	独立行政法人宇宙航空研究開機構調布航空宇宙センター飛行場分室、独立行政法人宇宙航空研究開発機構大樹航空宇宙実験場	地震等災害研究室、大規模火災研究室	2011.3.10 ～2013.3.31
14	全国強震観測ネットワークの石油コンビナート地域を対象とした準リアルタイム地震防災情報システムの実用化に向けた研究	独立行政法人防災科学技術研究所	火災災害調査部長、原因調査室、地震等災害研究室	2011.4.1 ～2016.3.31

	共同研究課題名	共同研究相手先	担当研究室	実施期間
15	再燃火災の危険性を把握するための手法	横浜市	特殊災害研究室	2011.7.1 ～2012.3.31
16	ポリマー燃焼特性に関する研究に関わる共同研究	国立大学法人北海道大学	原因調査室	2011.8.1 ～2012.2.22
17	災害時に有効な移動機構に関する基礎的研究	国立大学法人鹿児島大学	地域連携企画担当部長	2011.9.12 ～2014.3.31
18	大規模災害時の消防力強化のための情報技術の研究開発事業に関する共同研究	横浜市消防局		2012.3.27 ～2016.3.31

エ．科学技術振興調整費

	種　　別	相手国、期間、参加者名	共同研究課題名	担当研究室
1	科学技術戦略推進費	防災科学技術研究所他 H23.12.1～H26.3.31	官民協働危機管理クラウドシステム	地震等災害研究室

2　所外講師派遣及び所外委員会等参加状況

(1) 所外講師派遣状況

ア．大学教授等

	派遣先機関	講　義　題　目	職　名	氏　名
1	国立大学法人横浜国立大学	地震リスク評価学	客員教授	座間信作
2	国立大学法人神戸大学		客員准教授	久保田勝明

イ．大学非常勤講師

	派遣先機関	講　義　題　目	氏　名
1	自治医科大学	救急医学　救急医療体制と救急救命士	久保田勝明

ウ．その他講義

	年月日	派　遣　先　機　関	講演会名・講義題目等	氏　名
1	23.5.10 ～11.29 （10 回）	獨協大学エクステンションセンター	獨協大学オープンカレッジ	塚目孝裕
2	23.6.3	姫路市消防局	平成 23 年度姫路市危険物安全大会	西　晴樹
3	23.6.7, 23.6.9	危険物安全週間推進協議会	平成 23 年度危険物施設安全推進講演会	山田　實
4	23.6.8	川崎市消防局	川崎市危険物安全担当者講習会	山田　實
5	23.6.8	大津市消防局	平成 23 年度第 1 回危険物保安セミナー	岩田雄策
6	23.6.9	埼玉県危機管理防災部	平成 23 年度埼玉県危険物安全講演会	田村裕之
7	23.6.9	全国危険物安全協会	危険物施設安全推進講演会「地震による危険物施設等の被害について－新潟地震から東北地方太平洋沖地震まで－」	山田　實
8	23.6.9	社団法人日本高圧力技術協会	日本高圧力技術協会緊急シンポジウム	西　晴樹
9	23.6.10	神戸市消防局・神戸市危険物安全協会	神戸市危険物安全大会	西　晴樹
10	23.6.22	共同通信社政経懇話会事務局	新潟日報政経懇話会	天野久徳

	年月日	派　遣　先　機　関	講演会名・講義題目等	氏　名
11	23.6.27	National Institute of Standard and Technology	Workshop for Urban and Wildland-Urban Interface (WUI) Fires, "Formation of fire whirls downwind of fires"	篠原雅彦
12	23.7.15, 23.7.29	危険物保安技術協会	第 26 回危険物保安技術講習会	座間信作
13	23.7.21	財団法人総合安全工学研究所	第 165 回プロセス安全セミナー	西　晴樹
14	23.8.5	財団法人全国消防協会中国地区支部	平成 23 年度全国消防協会中国地区支部消防実務講習会「地震時の消防力の運用効果」	座間信作
15	23.9.7	財団法人原子力安全技術センター	平成 23 年度第 1 回消防・警察関係講座　消防職員向け実践コース「原子力災害時における消防活動（講義）」「緊急時における放射線被ばくの防護（机上演習）」（於：國民会館（大阪市））	鈴木　健
16	23.9.14	東京危険物災害相互応援協議会	「東日本大震災による危険物施設等の被害状況」に係る講演	西　晴樹
17	23.9.22	経済産業省原子力安全・保安院	平成 23 年度火災対策専門官応用研修	佐宗祐子
18	23.9.29	財団法人総合安全工学研究所	第 204 回化学安全セミナー	座間信作
19	23.10.12	株式会社構造計画研究所	「KKE VISION 2011」における講演	西　晴樹
20	23.10.13	財団法人原子力安全技術センター	平成 23 年度第 3 回消防・警察関係講座　消防職員向け実践コース「原子力災害時における消防活動（講義）」「緊急時における放射線被ばくの防護（机上演習）」（於：原子力防災研究プラザ（青森県））	鈴木　健
21	23.10.14	富山県特設消防連絡協議会	富山県特設消防連絡協議会総会	山田　實
22	23.10.21	群馬県幼年少年婦人防火委員会	平成 23 年度群馬県婦人防火クラブ指導者育成研修会	鈴木恵子

	年月日	派　遣　先　機　関	講演会名・講義題目等	氏　名
23	23.10.27	大阪市消防局	危険物規制事務に係る講演会	西　晴樹
24	23.10.27	財団法人原子力安全技術センター	平成 23 年度第 4 回消防・警察関係講座　消防職員向け実践コース「原子力災害時における消防活動（講義）」「緊急時における放射線被ばくの防護（机上演習）」（於：川崎市中原消防署）	鈴木　健
25	23.10.28	社団法人日本火災学会	平成 23 年度日本火災学会火災科学セミナー	田村裕之、 西　晴樹
26	23.10.28	NPO 法人産業・環境創造リエゾンセンター	臨海コンビナート都市連携シンポジウム	座間信作
27	23.11.2	仙台高等専門学校	専攻特別講義	座間信作
28	23.11.10	日経 BP 社 日経エレクトロニクス編集	次世代位置情報サミット 2011 パネル討論会（パネリストとして）	細川直史
29	23.11.11	静岡県西部地区消防長会	火災調査発表会	大髙　浩
30	23.11.14	社団法人愛知県危険物安全協会連合会	危険物特別講演会	西　晴樹
31	23.11.17	山形県危険物安全協会連合会	山形県危険物安全協会連合会研修会	西　晴樹
32	23.11.18	滋賀県消防学校	平成 23 年度消防職員専科教育警防科	尾川義雄
33	23.11.29	千葉市消防学校	警防科特殊災害課程第 6 期	新井場公徳
34	23.11.30	独立行政法人原子力安全基盤機構	平成 23 年度六ヶ所地区「原子力施設における火災防護に関する研修」『原子力施設における安全かつ的確な消防活動』	鈴木　健
35	23.11.30	倉敷市水島コンビナート地区保安防災協議会	高圧ガス保安講習会（東北地方太平洋沖地震による危険物施設被害および水島コンビナート地区で想定される地震被害に関する講演）	座間信作
36	23.12.5	東京理科大学	物理学特別講義	篠原雅彦
37	23.12.8	南丹・船井危険物安全協会	危険物保安管理研修会	田村裕之
38	23.12.15	安全工学会	災害事例研究会	西　晴樹
39	23.12.16	社団法人日本機械学会	日本機械学会耐震問題研究会	西　晴樹

	年月日	派　遣　先　機　関	講演会名・講義題目等	氏　名
40	23.12.21	独立行政法人原子力安全基盤機構	平成 23 年度大飯・高浜地区原子力施設における火災防護に関する研修「原子力施設における安全かつ的確な消防活動」	鈴木　健
41	24.1.18	島根県消防学校（危険物科）	危険物施設の火災事例と予防対策	岩田雄策、 西　晴樹
42	24.1.25	独立行政法人原子力安全基盤機構	平成 23 年度上齋原地区原子力施設における火災防護に関する研修「原子力施設における安全かつ的確な消防活動」	鈴木　健
43	24.2.7	千葉市消防局	第 15 回火災調査研究発表会	下田直史
44	24.2.9	社団法人日本高圧力技術協会	第 12 回エネルギー貯槽等技術基準と安全性　HPI 技術セミナー	西　晴樹
45	24.2.10	大洲地区広域消防事務組合	職員研修会	大髙　浩
46	24.2.13	国立大学法人山梨大学	第 6 回山梨産学官連携シンポジウム 基調講演	座間信作
47	24.2.16	中京地区広域共同防災協議会	統括防災要員教育	内藤浩由
48	24.2.16 ～2.17	島根県消防長会	島根県消防長会消防実務研修会	松原美之
49	24.2.17, 24.3.2	危険物保安技術協会	第 21 回危険物事故事例セミナー	西　晴樹
50	24.2.17	大阪府下消防長会	大阪府下消防長会火災調査研修	尾川義雄
51	24.2.24	財団法人大阪府危険物安全協会	大阪府民、府下危険物事業所、府下消防機関の職員等研修	山田　實
52	24.2.24	神戸市危険物安全協会	安全講演会	西　晴樹
53	24.3.3～3.4	One Year after 2011 Great East Japan Earthquake – International Symposium on Engineering Lessons Learned from the Giant Earthquake -（巨大地震から学ぶ科学技術的な教訓に関する国際シンポジウム（東日本大震災から 1 年））	DAMAGE ON HAZARDOUS MATERIALS FACILITIES	西　晴樹
54	24.3.19	千葉市消防学校	予防科火災調査課程	下田直史
55	23.11.16	石川県危険物安全協会	平成 23 年度危険物施設の安全対策に関する講演会	山田　實

(2) 所外委員会、研究会への参加状況

	団体等名	委員会等名	役職名	氏　名
1	（社）日本流体力学会	日本流体力学会	代議員	阿部伸之
2	（財）日本消防設備安全センター	消防防災活動用資機材等専門委員会	委員	天野久徳
3	The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Incorporated	IEEE International Symposium on Safety, Security & Rescue Robotics Program committee	メンバー	
4	The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Incorporated	IEEE Robotics & Automation Society, TC on Safety, Security and Rescue Robots	メンバー	
5	危険物保安技術協会	大型化学消防車等評価委員会	委員	
6	NPO 法人国際レスキューシステム研究機構	表彰委員会	委員	
7	NPO 法人国際レスキューシステム研究機構	競基弘賞レスキュー工学奨励賞	審査委員	
8	消防庁	火災予防技術基準の検討に係る意見交換会	委員	
9	消防庁	救助技術の高度化検討会	委員	
10	日本消防検定協会	消防機器等評価委員会	委員	
11	レスキューロボットコンテスト実行委員会	レスキューロボットコンテスト表彰委員会	特別審査員	
12	計測自動制御学会	計測自動制御学会システムインテグレーション部門レスキュー工学部会	委員	
13	計測自動制御学会	計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会	プログラム委員	
14		消防防災ロボット技術ネットワーク	幹事	
15	総務省	ホワイトスペース推進会議 共用検討ワーキンググループ	委員	
16	総務省	TV ホワイトスペースを活用した災害・防災向けデータ伝送システムの周波数共用技術に関する調査検討会	委員	
17	消防庁	消防車両等の空輸に関する調査業務の提案書審査会	審査員	

	団体等名	委員会等名	役職名	氏　名
18	（社）日本地すべり学会	地震地すべりに関する国際シンポジウム（ISEL-Kiryu2012）実行委員会	委員	新井場公徳
19	（社）日本地すべり学会	編集出版委員会	委員	
20	（社）日本火災学会	化学火災専門委員会	委員	岩田雄策
21	（社）日本火災学会	学術委員会	委員	
22	（財）消防試験研究センター	危険物取扱者試験専門員	委員	
23	危険物保安技術協会	ナトリウム・硫黄電池の火災原因に対する安全対策検討会	委員	
24	消防庁危険物保安室	火災危険性を有するおそれのある物質等に関する調査検討会	委員	
25	（独）製品評価技術基盤機構	事故動向等解析専門委員会	委員	大髙　浩
26	（財）日本消防設備安全センター	ガス系消火設備等評価専門委員会	委員	尾川義雄
27	（財）日本消防設備安全センター	ガス系消火設備等専門委員会	委員	
28	（社）日本火災学会	学術委員会	委員	
29	（社）日本火災学会	消火の科学技術に関する専門委員会	幹事	
30	（社）日本火災学会	日本火災学会東日本大震災調査委員会	委員	
31	消防庁危険物保安室	電気自動車用急速充電設備の安全対策に係る調査検討会	委員	
32	消防庁救急企画室	社会全体で共有するトリアージ（緊急度判断）体系のあり方検討会　ワーキンググループ	委員	久保田勝明
33	大阪市消防局	救急電話相談事業の運用に関する委員会	委員	
34	（財）日本消防設備安全センター	保守用機器等専門委員会	委員	河関大祐
35	（財）日本消防設備安全センター	警報設備等専門委員会	委員	
36	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3 分科会	委員	
37	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG2 作業部会	委員	

	団体等名	委員会等名	役職名	氏　名
38	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG6 作業部会	委員	河関大祐
39	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG7 作業部会	委員	
40	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG9 作業部会	委員	
41	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG14 作業部会	委員	
42	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG17 作業部会	委員	
43	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG18 作業部会	委員	
44	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG21 作業部会	委員	
45	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG22 作業部会	委員	
46	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/音響装置 WG 作業部会	委員	
47	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG23 作業部会	委員	
48	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG24（ビデオ火災感知器）作業部会	委員	
49	日本消防検定協会	警報設備規格研究専門部会	委員	
50	ISO/TC21	ISO/TC21/SC2 分科会	委員	佐宗祐子
51	一般社団法人日本燃焼学会	理事会	理事	
52	日本消防検定協会	消防用機械器具等規格研究委員会消火用具規格研究専門部会	部会員	
53	気象庁地震火山部	長周期地震動に関する情報のあり方検討会	委員	座間信作
54	消防庁消防・救急課	大規模火災災害発生時における消防本部の効果的な初動活動のあり方検討会	構成員	
55	千葉県	千葉県石油コンビナート等防災アセスメント検討部会	専門員	
56	千葉県	千葉県石油コンビナート等防災本部耐震対策分科会	委員	
57	（社）日本火災学会	火災誌編集小委員会	幹事	篠原雅彦
58	（財）原子力安全技術センター	平成 23 年度　原子力防災研修検討ワーキンググループ	委員	鈴木　健
59	（財）消防科学総合センター	消防教科書編集委員会作業部会	作業部会員	
60	（社）日本電気協会	原子力規格員会　運転・保守分科会防火管理検討会	委員	
61	岐阜市		技術アドバイザー	

	団体等名	委員会等名	役職名	氏　名
62	（社）日本火災学会	地震火災専門委員会	委員	鈴木恵子
63	（社）日本建築学会	住宅の火災安全小委員会	委員	
64	日本消防検定協会	特定警報避難機器評価委員会	委員	高梨健一
65	（社）日本電気協会	澁澤賞選考委員会	所長代理	田村裕之
66	（財）消防科学総合センター	消防教科書編集委員会作業部会	作業部会員	
67	（財）日本消防設備安全センター	避難設備等専門委員会	委員	
68	（社）日本火災学会	総務委員会	幹事	
69	（社）日本火災学会	学術委員会	委員	
70	（社）日本火災学会	火災原因調査の科学技術専門委員会	幹事	
71	（社）日本火災学会	火災学会 60 周年記念式典部会	幹事	
72	（社）日本火災学会	理事会	理事	
73	（社）日本火災学会	情報公開審査委員会	幹事	
74	（社）日本火災学会	ホームページ小委員会	委員	
75	（社）日本火災学会	日本火災学会東日本大震災調査委員会	委員	
76	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG10	委員	
77	日本消防検定協会	消防の用に供する機械器具等への新技術，新素材等導入のあり方検討委員会	委員	
78	日本消防検定協会	特定初期拡大抑制機器評価委員会	委員	
79	静電気学会	運営理事会	運営理事	
80	静電気学会	静電気学会誌編集委員会	委員長	
81	静電気学会	静電気障災害研究委員会	委員	
82	（財）消防科学総合センター	消防教科書編集委員会作業部会	作業部会員	塚目孝裕
83	消防庁危険物保安室	圧縮水素充てん設備設置給油取扱所の安全対策に係る検討会	委員	
84	消防庁危険物保安室	リチウムイオン電池に係る危険物施設の安全対策のあり方に関する検討会	委員	
85	日本熱測定学会	熱測定学会	委員	
86	（独）防災科学技術研究所	大型耐震実験施設運用委員会	委員	西　晴樹

	団体等名	委員会等名	役職名	氏　名
87	JX 日鉱日石エネルギー（株）	803 番タンク事故調査委員会	委員	西　晴樹
88	日本消防検定協会	消防機器等評価委員会樹脂製消火器専門部会	委員	
89	危険物保安技術協会	危険物関連設備等性能評価委員会（及び同専門委員会）	委員	
90	危険物保安技術協会	SF 二重殻タンクの外殻の安全性向上対策に係る調査検討会	委員	
91	危険物保安技術協会	水張試験の合理化に関する調査研究会	座長	
92	危険物保安技術協会	大型地下貯蔵タンクに係る津波被害の有効な対策のあり方に関する調査検討会	委員	
93	危険物保安技術協会	縦置円筒型地下貯蔵タンクの評価に関する調査検討委員会	委員	
94	危険物保安技術協会	ナトリウム・硫黄電池の火災原因に対する安全対策検討会	委員	
95	消防庁危険物保安室	東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討会	委員	
96	消防庁危険物保安室	危険物施設の変更工事に係る完成検査に関する調査検討会	委員	
97	消防庁危険物保安室	東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討会　製造所等（屋外タンク貯蔵所及び移送取扱所を除く）分科会	委員	
98	消防庁特殊災害室	東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討会　石油コンビナート分科会	委員	
99	特定非営利活動法人安全工学会	安全工学編集委員会	委員	
100	特定非営利活動法人安全工学会	第 44 回安全工学研究発表会実行委員会	委員	
101	（社）日本地震学会	強震動委員会	委員	畑山　健
102	（社）日本地震学会	災害調査委員会	委員	
103	（社）日本地震学会	「地震」編集委員会	委員	

	団体等名	委員会等名	役職名	氏　名
104	消防庁危険物保安室	東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討会	委員	畑山　健
105	消防庁危険物保安室	東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討会　屋外タンク貯蔵所等分科会	委員	
106	神奈川県	神奈川県石油コンビナート等防災対策検討会	委員	
107	（社）電子情報通信学会	ICNSSL 研究会運営委員会	委員	細川直史
108	防災科学技術研究所	科学技術戦略推進費 官民協働危機管理クラウドシステム運営委員会	委員	
109	国際協力機構（JICA）	日中協力地震緊急救援能力強化計画プロジェクト	短期派遣専門家	
110	（財）全国危険物安全協会	地下貯蔵タンク等の漏れの部位の早期発見調査検討幹事会・地下貯蔵タンク等の流出拡大防止対策調査検討幹事会	幹事	松島早苗
111	（財）全国危険物安全協会	地下タンク等に係る点検等の性能評価委員会専門部会	部会員	
112	（財）日本消防設備安全センター	水系消火設備等専門委員会	委員	
113	（財）日本消防設備安全センター	防火材等専門委員会	委員	
114	（財）日本消防設備安全センター	可撓管継手等専門員会	委員	
115	日本消防検定協会	放水器具規格研究専門部会	委員	
116	日本消防検定協会	動力消防ポンプ等規格研究専門部会	委員	
117	日本消防検定協会	特殊消防ポンプ自動車等技術基準部会	委員	
118	（財）日本消防設備安全センター	消防防災用設備機器性能評定委員会	委員	松原美之
119	（社）日本火災学会	自動車火災専門委員会	委員	
120	（社）日本建築学会	火災事故調査の在り方に関する検討 WG	委員	

	団体等名	委員会等名	役職名	氏　名
121	（社）日本電気協会	第 56 回（平成 23 年度）澁澤賞受賞者選考委員会	委員	松原美之
122	（独）国民生活センター	商品テスト分析・評価員会	委員	
123	ISO/TC21 協議会	ISO/TC21 委員会	委員	
124	Journal of Electrostatics		編集委員	
125	東京地方裁判所		専門委員	
126	危険物保安技術協会	危険物事故防止対策論文審査委員会	委員	
127	消防機器等海外展開推進委員会	消防機器等海外展開推進委員会	委員	
128	消防庁	消防防災科学技術研究推進制度	プログラムディレクター	
129	消防庁予防課	たばこ火災被害の低減対策に関する協議会	会員	
130	消防庁予防課	優良消防用設備等審査会	委員	
131	（財）全国危険物安全協会	危険物事故調査チェックリスト検討委員会	委員	山田　實
132	（社）日本高圧力技術協会	理事会	理事	
133	（財）消防試験研究センター	消防設備士試験委員	委員	
134	（財）石油エネルギー技術センター	検査技術ワーキンググループ	委員	
135	（財）日本消防設備安全センター	性能評価委員会	委員	
136	（財）日本消防設備安全センター	性能評価第一専門委員会	委員	
137	（財）日本消防設備安全センター	性能評価第二専門委員会	委員	
138	（財）日本消防設備安全センター	消防設備システム評価委員会	委員	
139	（財）日本消防設備安全センター	消防設備システム第一専門委員会	委員	
140	（財）日本消防設備安全センター	消防設備システム第二専門委員会	委員	

	団体等名	委員会等名	役職名	氏　名
141	（財）日本消防設備安全センター	ガス系消火設備等評価委員会	委員	山田　實
142	（財）日本消防設備安全センター	消防防災研究助成審査委員会	委員	
143	（社）日本高圧力技術協会	エネルギー貯槽等規格審議委員会	中立委員	
144	（社）日本高圧力技術協会	HPIS-G-103,G-109,G104,G-106,G-107 改正委員会	中立委員	
145	（社）日本高圧力技術協会	エネルギー等貯槽安全性研究委員会第 3 分科会	中立委員	
146	（社）日本火災学会	日本火災学会東日本大震災調査委員会	委員	
147	（独）石油天然ガス・金属鉱物資源機構	国家石油備蓄基地操業に係る契約期間延長付与評価委員会	委員	
148	（独）石油天然ガス・金属鉱物資源機構	国家石油備蓄基地操業に係る一般競争入札評価委員会	委員	
149	JX 日鉱日石エネルギー（株）	803 番タンク事故調査委員会	委員	
150	危険物保安技術協会	大型化学消防車等評価委員会	委員	
151	危険物保安技術協会	危険物関連設備等性能評価委員会	委員	
152	横浜国立大学	開放検査の合理化に関する調査研究プロジェクト評価委員会	委員	
153	消防庁危険物保安室	旧法屋外タンク貯蔵所のあり方に係る調査検討会	委員	
154	特定非営利活動法人安全工学会	理事会	理事	
155	日本消防検定協会	住警器設置効果・維持管理等調査研究委員会	委員	
156	（財）全国危険物安全協会	定期点検指導に係る充実強化検討委員会	委員	吉原　浩
157	（財）全国危険物安全協会	地下タンク等の点検方法等の性能評価委員会	委員	
158	（財）全国危険物安全協会	地下貯蔵タンク等の漏れの部位の早期発見及び流出拡大防止対策調査検討委員会	委員	

	団体等名	委員会等名	役職名	氏　名
159	（財）全国危険物安全協会	鋼製地下タンク FRP 内面ライニング施工事業者認定委員会	委員	吉原　浩
160	（財）全国危険物安全協会	鋼製タンクの FRP 内面ライニングの適正かつ安全な施工例等に係る調査検討委員会	委員	
161	（社）日本火災学会	理事会	理事	若月　薫
162	（社）日本火災学会	普及委員会	委員	
163	（財）日本防炎協会	ISO/TC94/SC14 国内対策委員会	委員長	
164	（財）日本防炎協会	ISO/TC94/SC14 国内対策委員会作業部会	委員・主査	
165	（社）日本保安用品協会	ISO/TC94/SC13 国内対策委員会及び作業部会（WG2）	委員・主査	
166	（公）日本保安用品協会	ISO/TC94 国内対策委員会	委員	
167	（公）日本保安用品協会	ISO/TC94 コンパティビリティーWG 委員会	委員長	
168	（財）日本消防設備安全センター	防火安全機器等専門委員会	委員	
169	一般社団法人電線総合技術センター	ケーブル火災時の燃焼特性の相対比較評価タスクフォース	委員	
170	建築・住宅国際機構	ISO/TC92/SC1，3 対応 WG	委員	
171	建築・住宅国際機構	ISO/TC92 分科会	委員	
172	日本プラスチック工業連盟	ISO/TC61/SC4 委員会	委員	

(3) 所外実験・研究等への参加状況

	実験・研究名等	主催団体名	分担事項	参加者	期　間
1	ふとんくん焼から発生する一酸化炭素濃度の測定	東京消防庁予防部調査課	一酸化炭素濃度分析	若月　薫、小野美沙登、森井統正	23.7.27

3　災害調査等

(1) 災害調査

ア．長官調査（自主）：消防法第 35 条の 3 の 2 の規定に基づき、消防庁長官が特に必要と認めた火災の原因調査

平成 23 年度は事例なし

イ．長官調査（依頼）：消防法第 35 条の 2 の 2 の規定に基づき、消防長又は都道府県知事から消防庁長官に対しての求めによる火災の原因調査

	発災日	場所/管轄消防本部	施設等名称	概要	現地出向者	現地調査月日
1	23.3.11	千葉県市原市/市原市消防局	コスモ石油（株）千葉製油所	平成 23 年東北地方太平洋沖地震に伴い LPG タンクから大量のガスが漏洩し、何らかの原因により着火し、多数のガスタンクが爆発したもの。11 日間燃え続けた。負傷者 6 名。	①古積　博 西　晴樹 大髙　浩 藤井一徳 石垣秀己 下田直史 山田　實 内藤浩由 岩田雄策 鈴木　健 佐宗祐子 ②座間信作 西　晴樹 大髙　浩 下田直史 三浦　大 熊倉　貴 鈴木　健 内藤浩由 ③岩田雄策 ④西　晴樹 大髙　浩 下田直史 三浦　大 武田正瑞 ⑤西　晴樹 ⑥大髙　浩 下田直史 三浦　大 武田正瑞 鈴木　健 ⑦岩田雄策 鈴木　健 ⑧西　晴樹 ⑨大髙　浩	①23.3.29 ②23.4.22 ③23.4.26 ④23.5.12 ⑤23.5.18 ⑥23.5.24 ⑦23.5.30 ⑧23.6.16 ⑨23.6.29 ⑩23.7.4 ⑪23.7.19 ⑫23.7.25 ⑬23.7.28 ⑭23.8.11 ⑮23.8.18

					下田直史 石垣秀己 三浦　大 ⑩西　晴樹 田村裕之 鈴木　健 ⑪大髙　浩 下田直史 ⑫大髙　浩 下田直史 ⑬西　晴樹 鈴木　健 ⑭大髙　浩 藤井一徳 石垣秀己 武田正瑞 田村裕之 ⑮西　晴樹 大髙　浩 三浦　大 下田直史 石垣秀己 武田正瑞 田村裕之	

ウ．センター調査（依頼）：消防長等による依頼に基づく特異な火災に対する火災原因調査に関する技術支援

	発災日	場所/管轄消防本部	施設等名称	概　要	現地出向者	現地調査月日
1	23.3.11	宮城県多賀城市/塩釜地区消防事務組合消防本部	製油所火災	東北地方太平洋沖地震により発生した津波により損傷した製油所の火災の現場見分に係る技術支援	①座間信作 西　晴樹 尾川義雄 熊倉　貴 下田直史 山田　實 内藤浩由 鈴木　健 畑山　健 岩田雄策 ②西　晴樹 大髙　浩 藤井一徳 嶌津晃二 熊倉　貴	①23.4.11 ～23.4.15 ②23.6.6 ～23.6.8
2	23.11.24	神奈川県横浜市/横浜市消防局	火力発電所火災	石炭を受け入れる工程でベルトコンベヤ付近から出火し、その後、何らかの原因により爆発が発生した火災に係る技術支援	①大髙　浩 尾川義雄 三浦　大 嶌津晃二 下田直史 鈴木　健	①23.11.28 ～23.11.30 ②23.12.16 ③23.12.26

					②三浦　大 武田正瑞 熊倉　貴 ③三浦　大 武田正瑞 岩田雄策	
3	23.12.1	千葉県千葉市/千葉市消防局	硫酸タンクの爆発火災	硫酸タンクの補修中に何らかの原因で爆発した火災に係る技術支援	西　晴樹 大髙　浩 尾川義雄 藤井一徳 下田直史	23.12.19
4	24.3.5	長野県松本市/松本広域消防局	分電盤の火災	浴槽制御用分電板から出火した火災の現場見分に係る技術支援	大髙　浩 石垣秀己	24.3.9

エ．センター調査（自主）：消防研究センターによる自主的な災害・事故・火災原因等調査

	発災日	場所/管轄消防本部	施設等名称	概　要	現地出向者	現地調査月日
1	23.3.11	宮城県名取市	名取市閖上地区・平田地区	東北地方太平洋沖地震における火災調査	河関大祐 田村裕之 篠原雅彦 松島早苗 高梨健一	23.4.1
2	23.3.11	宮城県塩釜市、石巻市、仙台市/塩釜地区消防事務組合、仙台市消防局		東北地方太平洋沖地震被害調査	天野久徳 久保田勝明 若月　薫 小野美沙登	23.4.1 ～4.3
3	23.3.11	福島県郡山市、二本松市		東北地方太平洋沖地震における火災災害調査	細川直史	23.4.3
4	23.3.11	宮城県石巻市/石巻地区広域行政事務組合消防本部、気仙沼市/気仙沼本吉地域広域行政事務組合消防本部	石巻市門脇地区、気仙沼市鹿折地区・朝日町地区	東北地方太平洋沖地震における大規模火災調査	田村裕之 大髙　浩 石垣秀巳 武田正瑞 若月　薫 新井場公徳 久保田勝明	23.4.4 ～4.8

	発災日	場所/管轄消防本部	施設等名称	概　要	現地出向者	現地調査月日
5	23.3.11	新潟県新発田市/新発田地域広域事務組合消防本部	東北電力（株）東新潟発電所、新潟石油共同備蓄（株）新潟事業所（東地区）	東北地方太平洋沖地震におけるコンビナート火災被害調査	西　晴樹 座間信作 山田　實 岩田雄策 内藤浩由 畑山　健	23.4.6
6	23.3.11	茨城県神栖市/鹿島地方事務組合消防本部	鹿島石油（株）鹿島製油所	東北地方太平洋沖地震におけるコンビナート被害調査	吉原　浩 佐宗祐子	23.4.6
7	23.3.11	新潟県新潟市/新潟市消防局	東西オイルターミナル（株）東新潟油槽所、昭和シェル石油（株）新潟石油製品油槽所、新潟石油共同備蓄（株）新潟事業所（西地区）	東北地方太平洋沖地震におけるコンビナート被害調査	西　晴樹 座間信作 山田　實 岩田雄策 内藤浩由 畑山　健	23.4.7 ～4.8
8	23.3.11	岩手県久慈市、野田村、宮城県石巻市、仙台市、名取市		東北地方太平洋沖地震における火災災害調査	細川直史	23.4.7 ～4.10
9	23.3.11	福島県いわき市/いわき市消防本部	小名浜石油（株）	東北地方太平洋沖地震における被害調査	吉原　浩 佐宗祐子	23.4.8
10	23.3.11	宮城県仙台市、塩釜市/仙台市消防局、塩釜地区消防事務組合消防本部	JX 日鉱日石エネルギー（株）仙台製油所、全農仙台石油基地	東北地方太平洋沖地震コンビナート被害調査	山田　實 岩田雄策 内藤浩由 鈴木　健 畑山　健 座間信作	23.4.11 ～4.15

	発災日	場所/管轄消防本部	施設等名称	概　要	現地出向者	現地調査月日
					西　晴樹 尾川義雄 下田直史 熊倉　貴	
11	23.3.11	岩手県宮古市/宮古地区広域行政組合消防本部	岩手県下閉伊郡山田町、宮古市田老地区	東北地方太平洋沖地震における大規模火災調査	大髙　浩 藤井一徳 嶌津晃二 松島早苗 篠原雅彦 新井場公徳	23.4.13 ～4.15
12	23.3.11	茨城県鹿嶋市/鹿島地方事務組合消防本部	鹿島石油（株）鹿島製油所、鹿島共同火力（株）鹿島共同発電所、（株）シーケム鹿島工場	鹿島共同火力発電所等における危険物施設の地震被害調査	吉原　浩	23.4.22
13	23.3.11	宮城県女川町	東北電力（株）女川原子力発電所	タービンビル火災の出火原因等の調査	天野久徳 大髙　浩 藤井一徳 石垣秀巳	23.4.27
14	23.3.11	岩手県釜石市、大槌町、大船渡市、陸前高田市、宮城県南三陸町、石巻市、仙台市、名取市		東北地方太平洋沖地震における火災災害調査	細川直史 高梨健一	23.4.27 ～4.29
15	23.3.11	福島県		土砂災害調査	①吉原　浩 ②天野久徳 新井場公徳	①23.4.28 ② 23.4.28 ～4.29
16	23.3.11	岩手県	日本地下石油備蓄（株）	久慈地区の岩盤タンク調査	尾川義雄 森井統正	23.5.10 ～5.12

	発災日	場所/管轄消防本部	施設等名称	概　要	現地出向者	現地調査月日
17	23.3.11	千葉県市原市/市原市消防局	コスモ石油（株）	東北地方太平洋沖地震における石油コンビナート火災調査	西　春樹 鈴木　健 大髙　浩 三浦　大 下田直史 嶌津晃二 武田正瑞	23.5.12
18	23.3.11	宮城県/仙台市消防局	仙台市消防局	災害調査（指令課、救急課、警防課）	久保田勝明 座間信作 河関大祐 新井場公徳 高梨健一	23.5.18 ～5.19
19	23.3.11	神奈川県/川崎市消防局	東亜石油（株）扇町工場、エム・シー・ターミナル（株）、東燃ゼネラル石油（株）	コンビナート追加調査	西　晴樹 熊倉　貴	23.5.24
20	23.3.11	宮城県/仙台市消防局、塩釜地区消防事務組合消防本部	JX 日鉱日石エネルギー（株）仙台製油所	コンビナート再調査（漏洩個所の調査、火災調査。仙台市消防局・塩釜地区消防事務組合消防本部から技術支援要請を受け、現地調査を行うもの）	西　晴樹 大髙　浩 藤井一徳 熊倉　貴 嶌津晃二	23.6.6 ～6.8
21	23.3.11	千葉県	東京電力（株）姉崎火力発電所 503 タンク	浮き屋根（ダブルデッキ）の損傷・漏洩調査	座間信作	23.6.7
22	23.3.11	宮城県	石巻（女川）消防、気仙沼消防	ヒアリング予備調査	座間信作	23.6.16 ～6.17
23	23.3.11	茨城県鹿嶋市/鹿島地方事務組合消防本部	鹿島共同火力（株）鹿島共同火力発電所	危険物施設の地震被害調査	吉原　浩	23.6.17

	発災日	場所/管轄消防本部	施設等名称	概　要	現地出向者	現地調査月日
24	23.3.11	岩手県	盛岡市消防本部	東北地方太平洋沖地震における消防活動に関する調査	細川直史	23.6.22
25	23.3.11	福島県いわき市/いわき市消防本部	小名浜石油（株）	東北地方太平洋沖地震による屋外タンク貯蔵所の被害状況についての現地調査（平成 23 年 4 月 8 日の追加調査）	座間信作 吉原　浩	23.6.23
26	23.3.11	静岡県富士宮市		東北地方太平洋沖地震における市災害対策本部の対応状況ヒアリング調査	細川直史	23.6.28
27	23.3.11	千葉県市原市/市原市消防局	コスモ石油（株）	東北地方太平洋沖地震における石油コンビナート火災調査	大髙　浩 下田直史 石垣秀巳 三浦　大	23.6.29
28	23.3.14	宮城県気仙沼市		東日本大震災における火災についての気仙沼・本吉地域広域行政事務組合消防本部、住民への聞き取り調査と火災現場調査	篠原雅彦	23.7.6
29	23.3.11	千葉県	千葉市消防局	東北地方太平洋沖地震における消防活動に関する調査	細川直史 新井場公徳	23.7.8
30	23.3.11	福島県	いわき市消防本部	東北地方太平洋沖地震における消防活動に関する調査	細川直史 田村裕之 河関大祐 新井場公徳	23.7.12
31	23.3.11	秋田県	秋田市消防本部	東北地方太平洋沖地震における消防活動に関する調査	細川直史 新井場公徳 高梨健一	23.7.14
32	23.3.11	山形県	山形市消防本部	東北地方太平洋沖地震における消防活動に関する調査	細川直史 新井場公徳 高梨健一	23.7.15
33	23.3.11	宮城県	石巻市消防本部	東北地方太平洋沖地震時の活動調査	新井場公徳 高梨健一 遠藤　真	23.7.20

	発災日	場所/管轄消防本部	施設等名称	概　要	現地出向者	現地調査月日
34	23.3.14	宮城県気仙沼市		東日本大震災における火災についての気仙沼・本吉地域広域行政事務組合消防本部、住民への聞き取り調査と火災現場調査	松島早苗 篠原雅彦	23.7.20 ～7.21
35	23.3.11	岩手県	宮古地区広域行政組合消防本部	東北地方太平洋沖地震における消防活動に関する調査	細川直史 新井場公徳 高梨健一	23.7.22
36	23.3.11	千葉県市原市/市原市消防局	コスモ石油（株）	東北地方太平洋沖地震における石油コンビナート火災調査	田村裕之 大髙　浩 藤井一徳 石垣秀巳 武田正瑞	23.8.11
37	23.3.11	千葉県市原市/市原市消防局	コスモ石油（株）	東北地方太平洋沖地震における石油コンビナート火災調査	西　春樹 田村裕之 大髙　浩 下田直史 石垣秀巳 三浦　大 武田正瑞	23.8.18
38	23.3.11	岩手県釜石市、大船渡市	釜石大槌地区行政事務組合消防本部、大船渡地区消防組合消防本部	東北地方太平洋沖地震における被災地の消防本部の活動状況調査	細川直史 高梨健一 新井場公徳	23.8.18 ～8.19
39	23.3.11	宮城県	名取市消防本部、仙台市消防本部	東北地方太平洋沖地震における消防活動に関する調査	細川直史 新井場公徳 高梨健一	23.8.23 ～8.24
40	23.3.14	宮城県気仙沼市		東日本大震災における火災についての住民への聞き取り調査と火災現場調査	篠原雅彦	23.8.25 ～8.26
41	23.9.3	和歌山県	新宮市消防本部	台風 12 号による災害の調査	新井場公徳 久保田勝明 若月　薫	23.9.12 ～9.13

	発災日	場所/管轄消防本部	施設等名称	概　要	現地出向者	現地調査月日
42	23.3.11	茨城県/日立市消防本部	日立市消防本部警防課	平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震による日立市内における防火水槽の被害の現地調査及び設置状況に関する資料収集	吉原　浩	23.9.26
43	23.3.11	宮城県/仙台市消防局	仙台市消防局警防部警防課	平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震による仙台市内における防火水槽の被害の現地調査及び設置状況に関する資料収集	吉原　浩	23.9.28
44	23.9.3	奈良県	五條市役所、十津川村役場	台風 12 号災害対応ヒアリング調査	河関大祐	23.10.26 ～10.27
45	23.9.3	和歌山県	田辺市役所、新宮市役所、那智勝浦町役場	台風 12 号災害対応ヒアリング調査	新井場公徳	23.10.28 ～10.29
46	23.3.11	宮城県牡鹿郡女川町	東北電力株式会社　女川原子力発電所	東日本大震災におけるタービン建屋電源盤火災の調査	大髙　浩	23.10.31
47	24.1.1	富山県富山市/富山市消防局		スプリンクラー制御盤の火災に関する自主調査	大髙　浩 下田直史	24.1.12
48	23.12.24	山梨県笛吹市/笛吹市消防本部		電気湯たんぽの火災に関する自主調査	大髙　浩 三浦　大 武田正瑞	24.1.30
49	23.3.11	岩手県	一関市消防本部消防課、大船渡地区消防本部消防課	平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震による一関市消防本部館内及び大船渡地区消防本部館内における防火水槽の被害の現地調査及び資料収集	吉原　浩	24.1.31 ～2.2
50	23.3.11	沖縄県	那覇市消防本部	東北地方太平洋沖地震における消防活動に関する調査	細川直史	23.2.10

	発災日	場所/管轄消防本部	施設等名称	概　要	現地出向者	現地調査月日
51	24.2.4	愛知県名古屋市/名古屋市消防局		電気湯たんぽの火災に関する自主調査	大髙　浩 嶌津晃二	24.2.16
52	23.9.3	和歌山県	新宮市消防本部、那智勝浦町消防本部、田辺市消防本部	台風 12 号災害時の消防活動に関する調査	細川直史 河関大祐 新井場公徳	24.3.5 ～3.7
53	23.3.11	宮城県、福島県	大崎地域広域行政事務組合消防本部、郡山地方広域消防組合消防本部	東北地方太平洋沖地震時の消防活動に関する調査	座間信作 田村裕之 高梨健一 新井場公徳	24.3.14

オ．センター調査（依頼）：市町村長等による依頼に基づく危険物流出等の事故原因調査に関する技術支援

	発災日	場所	施設等名称	概　要	現地出向者	現地調査月日
1	23.3.11	宮城県仙台市	屋外タンク貯蔵所	東北地方太平洋沖地震による重油タンク等からの漏洩事故	①座間信作 西　晴樹 尾川義雄 熊倉　貴 下田直史 山田　實 内藤浩由 鈴木　健 畑山　健 岩田雄策 ②西　晴樹 ③西　晴樹 大髙　浩 藤井一徳 嶌津晃二 熊倉　貴	①23.4.11 ～23.4.15 ②23.5.30 ③23.6.6 ～23.6.8

	発災日	場所	施設等名称	概　要	現地出向者	現地調査月日
2	23.6.8	滋賀県大津市	給油取扱所	地下タンクからの危険物漏洩事故	西　晴樹 尾川義雄 熊倉　貴	23.7.6
3	23.6.23	兵庫県神戸市	一般取扱所	地下タンクからの漏洩事故（漏洩量 3,800L）	西　晴樹	23.7.25 23.7.27
4	23.7.1	滋賀県大津市	屋外タンク貯蔵所	タンク底板に取り付けられたドレンノズルの腐食に伴う漏洩事故	西　晴樹	23.9.1
5	24.3.8	滋賀県大津市	地下タンク貯蔵所	地下タンクの受入れ配管、送油配管、通気管の開口部から灯油が漏洩した事故	西　晴樹 下田直史 熊倉　貴	24.3.12

カ．センター調査（自主）：消防研究センターの自主的な危険物流出等の事故原因調査に関する技術支援

	発災日	場所	施設等名称	概　要	現地出向者	現地調査月日
1	23.3.11	新潟県新発田市	屋外タンク貯蔵所	東北地方太平洋沖地震による浮き屋根式タンクの漏洩事故	座間信作 西　晴樹 山田　實 岩田雄策 内藤浩由 畑山　健	23.4.5 ～23.4.6
2	23.3.11	新潟県新潟市	屋外タンク貯蔵所	東北地方太平洋沖地震による浮き屋根式タンクの漏洩事故	座間信作 西　晴樹 山田　實 岩田雄策 内藤浩由 畑山　健	23.4.7 ～23.4.8
3	23.3.11	神奈川県川崎市	屋外タンク貯蔵所	東北地方太平洋沖地震による浮き屋根式タンクの漏洩事故	①西　晴樹 鈴木幸太 佐宗祐子 内藤浩由 岩田雄策 ②西　晴樹 熊倉　貴	①23.3.23 ②23.5.24

	発災日	場所	施設等名称	概　要	現地出向者	現地調査月日
4	23.3.11	茨城県鹿嶋市	屋外タンク貯蔵所	東北地方太平洋沖地震による浮き屋根式タンクの漏洩事故	①吉原　浩 佐宗祐子 ②吉原　浩	①23.4.6 ②23.4.22
5	23.3.11	福島県いわき市	屋外タンク貯蔵所	東北地方太平洋沖地震による屋外貯蔵タンクの漏洩事故	①吉原　浩 佐宗祐子 ②座間信作 吉原　浩	①23.4.8 ②23.6.23
6	23.3.11	岩手県久慈市	屋外タンク貯蔵所	東北地方太平洋沖地震による岩盤タンクの地震・津波被害	尾川義雄 森井統正	23.5.10 ～23.5.12
7	23.3.11	千葉県市原市	屋外タンク貯蔵所	東北地方太平洋沖地震による内部浮き蓋付きタンクの異常事象	西　晴樹	23.8.12
8	23.3.11	神奈川県川崎市	屋外タンク貯蔵所	東北地方太平洋沖地震による内部浮き蓋付きタンクの異常事象	西　晴樹 熊倉　貴	23.7.7
9	23.8.17	兵庫県西宮市	一般取扱所	切削工場の地下ピットのコンクリート部の亀裂から切削油が漏洩したもの	①西　晴樹 熊倉　貴 ②西　晴樹	①23.8.31 ②24.2.29

(2) 鑑定・鑑識

ア．鑑定

	発災日	発災県	概　要	鑑定者
1	22.12.16	三重県	油分の成分分析	原因調査室
2	23.1.28	長崎県	燃焼残渣の鑑定支援	原因調査室
3	23.2.8	富山県	炭化物の鑑定支援	原因調査室
4	23.2.13	富山県	炭化物の鑑定支援	原因調査室
5	23.2.22	三重県	フィルター状物質の鑑定支援	原因調査室
6	23.3.19	青森県	油分の成分分析	原因調査室
7	23.4.7	長崎県	燃焼残渣の鑑定支援	原因調査室
8	23.6.23	愛媛県	燃焼残渣の鑑定支援	原因調査室
9	23.7.5	神奈川県	木材チップの熱分析	原因調査室
10	23.7.26	東京都	燃焼残渣の鑑定支援	原因調査室
11	23.7.28	神奈川県	燃焼残渣の鑑定支援	原因調査室
12	23.7.28	兵庫県	残渣物の鑑定支援	原因調査室

	発災日	発災県	概　要	鑑定者
13	23.9.7	栃木県	燃焼残渣の鑑定支援	原因調査室
14	23.9.21	沖縄県	油分の成分分析	原因調査室
15	23.9.26	山梨県	油分の成分分析	原因調査室
16	23.10.29	千葉県	燃焼残渣の鑑定支援	原因調査室
17	23.11.15	兵庫県	給油ノズルの鑑定支援	原因調査室
18	23.11.22	千葉県	燃焼残渣の鑑定支援	原因調査室
19	23.12.17	和歌山県	燃焼残渣の鑑定支援	原因調査室
20	23.12.17	和歌山県	燃焼残渣の鑑定支援	原因調査室
21	23.12.21	広島県	燃焼残渣の鑑定支援	原因調査室
22	23.12.25	福岡県	燃焼残渣の鑑定支援	原因調査室
23	24.1.14	神奈川県	燃焼残渣の鑑定支援	原因調査室
24	24.1.16	滋賀県	燃焼残渣の鑑定支援	原因調査室
25	24.1.16	滋賀県	燃焼残渣の鑑定支援	原因調査室
26	24.1.17	北海道	燃焼残渣の鑑定支援	原因調査室
27	24.1.27	群馬県	油脂成分の鑑定支援	原因調査室
28	24.1.27	埼玉県	炭化物の鑑定支援	原因調査室
29	24.2.10	埼玉県	燃焼残渣の鑑定支援	原因調査室
30	24.2.11	静岡県	液体の鑑定支援	原因調査室
31	24.2.19	岐阜県	炭化物の鑑定支援	原因調査室
32	24.3.12	神奈川県	燃焼残渣の鑑定支援	原因調査室

イ．鑑識

	発災日	発災県	概　要	鑑識場所
1	23.1.24	愛知県	観賞魚用クーラーの鑑識支援	消防本部
2	23.2.5	茨城県	空気清浄機の鑑識支援	消防研究センター鑑識室
3	23.2.19	群馬県	温水洗浄便座の鑑識支援	消防研究センター鑑識室
4	23.3.11	群馬県	赤外線ストーブの鑑識支援	消防研究センター鑑識室
5	23.4.1	茨城県	遠赤外線ヒーターの鑑識支援	消防研究センター鑑識室
6	23.4.16	千葉県	電気こたつの鑑識支援	消防研究センター鑑識室
7	23.4.21	富山県	プレス機での爆発火災	事故現場
8	23.4.22	茨城県	車両火災の鑑識支援	整備工場
9	23.4.23	大阪府	蛍光灯の鑑識支援	消防本部
10	23.4.28	福岡県	除湿乾燥機の鑑識支援	消防本部
11	23.5.24	千葉県	コンセントの鑑識支援	消防研究センター鑑識室
12	23.5.27	愛媛県	洗濯乾燥機の鑑識支援	消防本部
13	23.6.3	大阪府	電源プラグの鑑識支援	消防本部
14	23.6.6	大阪府	車用 LED の鑑識支援	消防研究センター鑑識室

	発災日	発災県	概　要	鑑識場所
15	23.6.10	鹿児島県	エアコン室外機の鑑識支援	消防本部
16	23.6.27	長野県	住宅火災	事故現場
17	23.7.9	島根県	電源コードの鑑識支援	消防本部
18	23.7.21	山口県	車両火災の鑑識支援	整備工場
19	23.7.23	静岡県	除湿乾燥機の鑑識支援	消防本部
20	23.8.1	和歌山県	液晶テレビの鑑識支援	消防本部
21	23.8.5	静岡県	蛍光灯の鑑識支援	消防本部
22	23.8.8	愛知県	車両火災の鑑識支援	事故現場
23	23.8.11	千葉県	扇風機の鑑識支援	消防研究センター鑑識室
24	23.8.12	愛知県	除湿乾燥機の鑑識支援	消防本部
25	23.8.17	大阪府	油圧ショベルの鑑識支援	事故現場
26	23.8.17	岩手県	鉄道車両の鑑識支援	整備工場
27	23.8.23	和歌山県	石油給湯器の鑑識支援	消防本部
28	23.8.24	兵庫県	扇風機の鑑識支援	消防研究センター鑑識室
29	23.8.28	兵庫県	電子式ライターの鑑識支援	消防本部
30	23.9.3	千葉県	コードプラグの鑑識支援	消防研究センター鑑識室
31	23.9.10	茨城県	除湿乾燥機の鑑識支援	消防研究センター鑑識室
32	23.9.18	埼玉県	石油給湯器の鑑識支援	消防本部
33	23.9.20	新潟県	破砕機の鑑識支援	消防本部
34	23.9.21	茨城県	NAS 電池設備の鑑識支援	事故現場
35	23.9.22	岡山県	車両の鑑識支援	整備工場
36	23.9.27	千葉県	コンデンサーの鑑識支援	消防研究センター鑑識室
37	23.10.13	埼玉県	テーブルタップの鑑識支援	消防研究センター鑑識室
38	23.10.17	神奈川県	電気シェーバーの鑑識支援	消防研究センター鑑識室
39	23.10.21	福島県	電気フライヤーの鑑識支援	事故現場
40	23.10.23	岩手県	電気洗濯乾燥機の鑑識支援	消防研究センター鑑識室
41	23.10.27	埼玉県	CD ラジカセの鑑識支援	消防研究センター鑑識室
42	23.11.2	静岡県	車両の鑑識支援	整備工場
43	23.11.5	岐阜県	車両の鑑識支援	整備工場
44	23.11.7	茨城県	電気フライヤーの鑑識支援	消防本部
45	23.11.14	佐賀県	車両の鑑識支援	整備工場
46	23.11.17	奈良県	扇風機の鑑識支援	消防本部
47	23.11.17	静岡県	カセットコンロの鑑識支援	消防本部
48	23.11.24	大阪府	アンテナケーブルの鑑識支援	消防本部
49	23.11.26	埼玉県	電気冷蔵庫の鑑識支援	消防研究センター鑑識室
50	23.11.30	京都府	エアコンの鑑識支援	消防本部
51	23.12.2	静岡県	街路灯の鑑識支援	消防本部

	発災日	発災県	概　要	鑑識場所
52	23.12.6	神奈川県	電気シェーバーの鑑識支援	消防研究センター鑑識室
53	23.12.7	愛知県	車両の鑑識支援	整備工場
54	23.12.14	愛知県	テレビゲーム機の鑑識支援	消防本部
55	23.12.18	神奈川県	車両の鑑識支援	整備工場
56	23.12.26	福井県	エアコン室外機の鑑識支援	消防本部
57	24.1.5	滋賀県	洗濯乾燥機の鑑識支援	消防本部
58	24.1.6	徳島県	車両の鑑識支援	整備工場
59	24.1.6	茨城県	電気温風機の鑑識支援	消防本部
60	24.1.16	栃木県	セラミックヒーターの鑑識支援	消防研究センター鑑識室
61	24.1.20	北海道	テーブルタップの鑑識支援	消防研究センター鑑識室
62	24.2.2	和歌山県	石油瞬間給湯器の鑑識支援	消防本部
63	24.2.5	群馬県	ライターの鑑識支援	消防研究センター鑑識室
64	24.2.7	埼玉県	電気マットの鑑識支援	消防研究センター鑑識室
65	24.2.7	埼玉県	エアコンモーターの鑑識支援	消防研究センター鑑識室
66	24.2.11	神奈川県	車両の鑑識支援	整備工場
67	24.2.12	茨城県	食器洗い乾燥機の鑑識支援	消防研究センター鑑識室
68	24.2.17	神奈川県	高電位治療器の鑑識支援	消防研究センター鑑識室
69	24.2.26	埼玉県	電気器具の鑑識支援	消防研究センター鑑識室
70	24.3.2	三重県	照明器具の鑑識支援	消防研究センター鑑識室

(3) その他の技術支援

	年月日	技術支援先	技術支援の概要	対応者
1	23.4 ～24.3	川崎市消防局	防火衣の化学的調査及び検証等の協力	若月　薫
2	23.5.9	備北地区消防組合消防本部	収去試料（違法貯蔵の恐れのある危険物）の分析	尾川義雄
3	23.6.3	盛岡地区広域消防組合消防本部	収去試料（廃液）の分析	尾川義雄
4	23.7.6 ～7.7	経済産業省原子力安全・保安院	女川原子力発電所電源盤火災調査	田村裕之、大髙　浩
5	23.7	札幌市消防局	消防職員が活動中に受傷した火災事故の検証及び分析	若月　薫、森井統正、尾川義雄
6	23.8.8	富士五湖広域行政事務	収去試料（廃油）の分析	尾川義雄

	年月日	技術支援先	技術支援の概要	対応者
		組合消防本部		
7	23.12.8	消防科学総合センター	防災・危機管理 e-カレッジに対する有識者等意見収集 にかかる調査(調査依頼)への協力	鈴木　健
8	23.12	全国危険物安全協会	ビデオ撮影への協力	鈴木　健
9	24.1.31	兵庫県/尼崎市消防局	船積みのための金属スクラップ集積場で発生した火災事案の調査	塚目孝裕

4　産業財産権

(1) 特許

ア．取得特許

種別	番　号	発明の名称	発明者
特許	特許第 4783926 号	建築防災システム	佐藤博臣（鹿島建設株式会社）、斎藤　直、鶴田俊、他 11 名

5　視察・見学

(1) 国内

	日　付	訪　　問　　者	人　数
1	2011.5.26	消防大学校新任消防長・学校長科第 11 期	72
2	2011.5.27	山梨県笛吹市消防本部	8
3	2011.6.7	消防大学校危険物科第 6 期	34
4	2011.6.14	平成 23 年度地方自治基礎研修	15
5	2011.6.20	消防大学校警防科第 89 期 (1)	32
6	2011.6.21	消防大学校警防科第 89 期 (2)	32
7	2011.6.29	株式会社不二越	1
8	2011.7.4	消防庁総務課企画係	5
9	2011.7.8	埼玉県 LP ガス卸売協議会	15
10	2011.7.11	消防大学校幹部科第 25 期 (1)	32
11	2011.7.12	消防大学校幹部科第 25 期 (2)	31
12	2011.7.14	青森県消防学校	2
13	2011.7.22	陸上自衛隊化学学校	4
14	2011.7.26	消防大学校火災調査科第 21 期	48
15	2011.8.2	さいたま市立浦和南高等学校	37
16	2011.8.30	工学院大学建築学部まちづくり学科	39
17	2011.9.6	尾三消防本部日進消防署	1
18	2011.9.7	埼玉県警察本部	12
19	2011.9.9	盛岡地区広域消防組合	2
20	2011.9.15	静岡県消防学校	166
21	2011.9.27	宮城県消防学校	120
22	2011.9.28	株式会社スルガコーポレーション	4
23	2011.9.29	石狩北部地区消防事務組合消防本部	2
24	2011.10.4	浦安市防火安全協会	50
25	2011.10.12	北多摩西部防火女性の会	30
26	2011.10.14	消防大学校幹部科第 26 期	55
27	2011.10.17	大井防火防災協会・女性部会	90
28	2011.10.18	荻窪火災予防協会	30
29	2011.10.24	東京大学、内閣官房	2
30	2011.10.25	出雲市消防本部	2
31	2011.11.1	消防大学校警防科第 90 期 (1)	30
32	2011.11.2	消防大学校警防科第 90 期 (2)	30

	日　付	訪　　問　　者	人　数
33	2011.11.10	岡山市議会環境消防水道委員会	16
34	2011.11.16	佐倉市八街市酒々井町消防組合議会	19
35	2011.11.21	消防大学校幹部科第 27 期 (1)	32
36	2011.11.22	消防大学校幹部科第 27 期 (2)	37
37	2011.11.25	江原テクノパーク防災事業団	17
38	2011.11.30	消防庁研修生	29
39	2011.12.2	千葉市消防学校	23
40	2011.12.6	消防大学校火災調査科第 22 期	48
41	2011.12.26	江戸川大学社会学部ライフデザイン学科 1 年生	11
42	2012.1.17	新潟県消防学校	42
43	2012.2.1	消防大学校上級幹部科第 75 期	48
44	2012.2.16	三鷹市立東台小学校 4 年生	7
45	2012.2.27	消防大学校幹部科第 28 期	80
46	2012.3.1	消防大学校予防科第 91 期	48
47	2012.3.5	一般社団法人日本化学工業協会二八会	17
48	2012.3.14	衆議院総務委員会	19
計			1526

(2) 国外

	日　付	訪　　問　　者	人　数
1	2011.6.28	韓国火災調査研修視察	23
2	2011.7.6	JICA 集団研修	10
3	2011.11.14	フィンランド消防協会会長（国会議員）	12
4	2011.12.15	中国消防幹部研修	5
5	2012.3.12	中国消防研修生	6
計			56

付　録

1　研究体制

(1) 組織

消防研究センター 所長

消防研究センターの事務を掌理すること。

- **研究統括官**

  命を受けて、災害時における消防の活動その他の消防の科学技術に関する研究、調査及び試験に関する事務を統括すること。

- **火災災害調査部**

  1 消防法第三十五条の三の二第一項の規定により火災の原因の調査を行うこと。

  2 消防法第十六条の三の二第四項の規定により危険物に係る流出等の事故の原因の調査を行うこと。

  3 災害時における消防の活動に係る科学技術に関する研究、調査及び試験を行うこと。

  4 消防の科学技術に関する研究、調査及び試験の実施に係る企画及び立案、消防本部その他の関係機関との調整、評価並びに成果の普及に関すること。

  - **原因調査室**

    火災災害調査部の事務のうち、火災原因調査及び危険物流出等事故原因調査に関する事務を行うこと。

  - **研究企画室**

    火災災害調査部の事務のうち、消防の科学技術に関する研究、調査及び試験の実施に係る企画及び立案、消防本部その他の関係機関との調整、評価並びにその成果の普及に関する事務を行うこと。

- **地域連携企画担当部長**

  消防の科学技術に関する研究、調査及び試験の実施に係る企画及び立案、消防本部その他の関係機関との調整、評価並びに成果の普及に関すること。

- **技術研究部**

  1 消防法第十七条の二の四第一項の規定により同法第十七条の二第一項に規定する性能評価を行うこと。

2 消防法第二十一条の十一第一項の規定により同法第二十一条の二第一項に規定する検定対象機械器具等についての試験又は同条第三項に規定する個別検定を行うこと。

3 消防の科学技術に関する研究、調査及び試験を行うこと（火災災害調査部の所掌に属するものを除く。）。

- 大規模火災研究室：過密都市空間における火災時の安全確保に関する研究、調査及び試験を行うこと。
- 危険性物質研究室：化学物質の火災爆発防止及び消火に関する研究、調査及び試験を行うこと。
- 施設等災害研究室：危険物施設等の安全性向上に関する研究、調査及び試験を行うこと。
- 地震等災害研究室：地震などの大規模自然災害時の消防防災活動に関する研究、調査及び試験を行うこと。
- 特殊災害研究室：特殊災害に対する安全確保に関する研究、調査及び試験を行うこと。

(2) 予算

平成 23 年度の消防研究センターの予算は次表のとおりである。

単位：千円

	23 年度予算額 A	22 年度予算額 B	対前年度 増減額 A-B	増減率 （%） A/B × 100
一般会計				
研究費	207,845	237,263	-29,418	87.6
運営に関する経費	158,884	158,619	265	100.2
振興調整費等	1,810	0	1,810	100.0
施設・設備費	20,250	22,353	-2,103	90.6
小　計	388,789	418,235	-29,446	93.0
補正予算（3 次補正）				
震災を踏まえた調査解析及び情報収集対応	235,000	-	-	-
合　計	623,789	418,235	-29,446	93.0

また、研究費の内訳は次表のとおりである。

単位：千円

項　目	23 年度予算額	22 年度予算額
過密都市空間における火災時の安全確保に関する研究に要する経費	-	37,506
大規模自然災害時等の消防防災活動に関する研究に要する経費	-	45,795
特殊災害に対する安全確保に関する研究に要する経費	-	42,547
化学物質の火災爆発防止と消火に関する研究に要する経費	-	40,385
危険物施設の安全性向上に関する研究に要する経費	-	33,895
消防活動の安全確保のための研究開発に要する経費	42,603	-
危険性物質と危険物施設の安全性向上に関する研究に要する経費	40,560	-
大規模自然災害時の消防力強化のための情報技術の研究開発に要する経費	44,021	-
多様化する火災に対する安全確保に関する研究に要する経費	49,434	-
火災原因調査に必要な経費	22,486	26,913
危険物に係る流出等の事故原因の調査に必要な経費	8,741	10,222
合　計	207,845	237,263

平成 22 年度で終了

・過密都市空間における火災時の安全確保に関する研究に要する経費
・大規模自然災害時等の消防防災活動に関する研究に要する経費
・特殊災害に対する安全確保に関する研究に要する経費
・化学物質の火災爆発防止と消火に関する研究に要する経費
・危険物施設の安全性向上に関する研究に要する経費

平成 23 年度から開始

・消防活動の安全確保のための研究開発に要する経費
・危険性物質と危険物施設の安全性向上に関する研究に要する経費
・大規模自然災害時の消防力強化のための情報技術の研究開発に要する経費
・多様化する火災に対する安全確保に関する研究に要する経費

(3) 定員

平成 23 年度末の予算定員は 26 名である。

(4) 職員（H24.3.30 現在、本務のみ記載）

消防研究センター所長	松　原　美　之
研究統括官	山　田　　實
火災災害調査部	
部長	座　間　信　作
原因調査室長	西　　晴　樹
火災災害調査官	尾　川　義　雄
〃	若　月　　薫
調整官	大　髙　　浩
地域連携企画担当部長	天　野　久　徳
主任研究官	高　梨　健　一
技術研究部	
部長（事務取扱）	山　田　　實
上席研究官	河　関　大　祐
〃	佐　宗　祐　子
〃	吉　原　　浩
大規模火災研究室長	田　村　裕　之
危険性物質研究室長	岩　田　雄　策
施設等災害研究室長	西　　晴　樹（併任）
地震等災害研究室長	細　川　直　史
特殊災害研究室長	天　野　久　徳（併任）
主幹研究官	松　島　早　苗
〃	塚　目　孝　裕
主任研究官	鈴　木　　健
〃	新井場　公　徳
〃	畑　山　　健
〃	鈴　木　恵　子
〃	阿　部　伸　之
研究官	廣　川　幹　浩
消防技術政策室（分室）	
主任研究官	久保田　勝　明
〃	篠　原　雅　彦
研究官	内　藤　浩　由

(5) 人事異動

平成 23 年 4 月 1 日付け

氏　名	新	旧
松　原　美　之	消防大学校消防研究センター所長 併任解除	消防大学校消防研究センター研究統括官　併任　消防大学校教授
山　田　　實	消防大学校消防研究センター研究統括官　併任　消防大学校教授 命　消防大学校消防研究センター技術研究部長事務取扱	消防大学校消防研究センター技術研究部長
座　間　信　作	消防大学校消防研究センター火災災害調査部長 併任解除	消防大学校消防研究センター火災災害調査部上席研究官　併任　消防大学校消防研究センター火災災害調査部地域連携企画担当部長　併任　消防大学校教授
天　野　久　徳	消防大学校消防研究センター火災災害調査部上席研究官　併任　消防大学校消防研究センター火災災害調査部地域連携企画担当部長　併任　消防大学校消防研究センター技術研究部上席研究官　併任　消防大学校教授	消防大学校消防研究センター技術研究部主幹研究官
佐　宗　祐　子	消防大学校消防研究センター技術研究部上席研究官　併任　消防大学校教授	消防大学校消防研究センター技術研究部主幹研究官　併任　消防大学校消防研究センター火災災害調査部専門調査官
吉　原　　浩	消防大学校消防研究センター技術研究部上席研究官　併任　消防大学校消防研究センター火災災害調査部専門調査官	独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構石油備蓄部環境安全課担当調査役
松　島　早　苗	消防大学校消防研究センター技術研究部主幹研究官　併任　消防大学校消防研究センター火災災害調査部主幹研究官	消防大学校消防研究センター火災災害調査部主任研究官
畑　山　　健	併任解除 併任　消防大学校消防研究センター火災災害調査部主任研究官	消防大学校消防研究センター技術研究部主任研究官　併任　消防大学校消防研究センター火災災害調査部専門調査官
新井場　公　徳	消防大学校消防研究センター技術研究部主任研究官	予防課危険物保安室課長補佐

平成 23 年 5 月 1 日付け

氏　名	新	旧
塚　目　孝　裕	消防大学校消防研究センター技術研究部主幹研究官	

平成 23 年 3 月 31 日付け

氏　名	新	旧
吉　原　　浩	定年退職	消防大学校消防研究センター技術研究部上席研究官　併任　消防大学校消防研究センター火災災害調査部専門調査官

(6) 委員会

ア．消防研究センター研究評価委員会

（目的）

消防研究センターが行う研究等を総合的観点から検討し、消防研究センターが社会的ニーズに沿った消防防災に係る基礎的又は応用的研究及び開発研究等を効率的に推進するため、消防研究センター及びその研究課題等について評価を行う。

（構成員）

委員長	吉　村　秀　實	ジャーナリスト（元 NHK 解説主幹）
委　員	新　井　　充	東京大学教授
〃	新　井　雄　治	全国消防長会会長
〃	犬　伏　由利子	消費科学連合会副会長
〃	大　内　田鶴子	江戸川大学教授
〃	岡　田　義　光	防災科学技術研究所理事長
〃	栗　山　泰　史	社団法人日本損害保険協会常務理事
〃	菅　原　進　一	東京理科大学教授
〃	田　上　　征	全国消防機器協会会長
〃	長谷見　雄二	早稲田大学教授
〃	三　宅　淳　巳	横浜国立大学大学院教授
〃	森　川　博　之	東京大学教授
〃	山　中　郁　男	総合高津中央病院病院長

H23.4.1 現在

イ．消防防災機器の開発等、消防防災科学論文及び原因調査事例に関する表彰選考委員会

（目的）

消防科学・技術の高度化と消防防災活動の活性化に資するため、消防防災機器の開発等、消防防災

科学論文及び原因調査事例について、応募作品から消防庁長官表彰作品を選考する。

（構成員）

委員長	亀　井　浅　道	元横浜国立大学特任教授
委　員	秋　本　敏　文	日本消防協会理事長
〃	岡　　武　男	大阪市消防局長
〃	北　村　吉　男	全国消防長会会長
〃	高　倉　信　行	消防庁審議官
〃	高　橋　文　雄	仙台市消防局長
〃	橋　本　　巨	東海大学教授副学長
〃	本　間　恭　二	電気通信大学名誉教授
〃	松　原　美　之	消防研究センター所長
〃	室　﨑　益　輝	関西学院大学教授・神戸大学名誉教授

H23.4.1 現在

ウ．火災等原因調査高度支援専門員制度

（目的）

消防研究センターが行う火災等原因調査のより一層の充実を図るため、火災等原因調査に資する極めて高度な専門的知見を有する者に専門員を委嘱し、火災等原因調査における専門的事項の審議等を行う。

（構成員）

浅　野　和　俊	山形大学名誉教授
大　島　義　人	東京大学新領域創世科学研究科教授
大　塚　尚　武	龍谷大学理工学部機械システム工学科教授
亀　井　浅　道	元消防研究所長
須　川　修　身	諏訪東京理科大学システム工学部教授
長谷川　和　俊	千葉科学大学危機管理学部危機管理システム学科教授
長谷見　雄　二	早稲田大学理工学術院教授
平　野　敏　右	千葉科学大学学長
松　本　　洋	危険物保安技術協会危険物等事故防止技術センター長

H23.4.1 現在

2　施設設備

(1) 土地、建物の現況

平成 24 年 3 月 31 日現在の土地及び建物の現況は、下記のとおりである。

ア．土　地

異動年月日	面積（m^2）	異　　動　　事　　由
昭 23（当初）	77,530	国有財産一時使用：当時北多摩郡三鷹町新川 700
25.11. 3		三鷹市制施行により三鷹市新川 700 となる。
32. 7.11		関東財務局より所管換え
34. 1.31	△ 867	公務員宿舎へ用途変更
34. 6.17	△ 19,647	消防大学校へ整理替え
35. 1.16	△ 402	公務員宿舎へ用途変更
35. 8.31	△ 947	〃
38.12.14	1,607	公務員宿舎より用途変更
39. 2. 6	△ 8,780	日本消防検定協会へ出資のため大蔵省へ引継ぎ
40. 4. 1		住居表示変更により三鷹市中原三丁目 14 番 1 号となる。
40. 7. 9	△ 1,005	公務員宿舎へ用途変更
41. 8.18	△ 1,156	〃
48.11. 2	△ 453	消防大学校へ整理替え
61.10.29	△ 167	三鷹市道路拡張工事のため大蔵省へ引継ぎ
63. 1.14	△ 100	調布市道路拡張工事のため大蔵省へ引継ぎ
平 9. 2.21	△ 3,715	三鷹市・調布市道路拡張工事及び公務員宿舎への用途変更のため大蔵省へ引継ぎ
12. 4.21	184	土地登記のため構内測量（42,082m^2）
12. 5. 1		三鷹市側土地登記（15,225m^2）
13. 3.16		調布市側土地登記（26,857m^2）
計	42,082	

イ．建　物

建　物　等　名　称	構　造	面　積（m^2）	床面積（m^2）	備　　考
本　　館	RC-3	1,421.86	3,968.11	平成 13 年 1 月竣工
燃　焼　実　験　棟	RC-2	301.60	507.58	〃　　〃
車　　庫　　棟	S-1	297.97	248.78	〃　　〃
非　破　壊　検　査　棟	RC-1	77.65	77.65	平成 13 年 3 月竣工

建物等名称	構造	面積（m^2）	床面積（m^2）	備考
自転車置場	S-1	18.51	18.51	〃　〃
廃棄物置場	RC-1	52.50	52.50	平成 13 年 3 月竣工
総合消火研究棟	RC-4-1 S-1	1,251.87	2,503.00	平成 8 年 3 月竣工
物質安全研究棟	RC-2-1	663.62	1,515.34	〃　〃
建築防火研究棟	RC-3	718.55	1,742.22	〃　〃
情報管理棟	RC-2	488.33	772.11	〃　〃
機械研究棟	RC-3 S-1	643.35	1,143.33	〃　〃
守衛棟	RC-1	101.63	83.07	〃　〃
危険物倉庫	CB-1	79.40	79.40	昭和 29 年 3 月竣工
防災実験棟	S-1	575.57	575.57	昭和 56 年 3 月竣工
ボンベ庫	CB-1	10.50	10.50	平成 8 年 3 月竣工
大規模火災実験棟	SRC-2	1,284.30	2,128.30	昭和 59 年 11 月竣工
材料研究棟	RC-3	759.18	2,087.61	平成 3 年 8 月竣工
ファンルーム(1)	RC-1	18.00	18.00	平成 8 年 3 月竣工
ファンルーム(2)	RC-1	42.00	42.00	〃　〃
ガスガバナー室	RC-1	20.00	20.00	〃　〃
合計		8,826.39	17,593.58	

(2) 主な研究施設の概要

施設名	概要
本館	管理部門のほか、研究紹介コーナー、図書室等を有する研究開発業務の管理中枢機能を持っている施設
情報管理棟	地域衛星通信ネットワークの VSAT 局等が設置されている、消防研究センターの情報通信の中心となる施設
機械研究棟	消防ポンプ、ノズル、ホース等の流体機器に関する研究及び防災技術等に関する研究のための施設
材料研究棟	危険物施設や消防用資機材の強度を研究するための施設（試作工場を有する。）
防災実験棟	起震機により地震時の地盤、構造物の挙動を把握する研究を行うための施設
建築防火研究棟	火災の感知、初期消火、煙の流動、避難誘導、鑑識室など、建物火災に関する研究及び火災原因調査などを行う施設
大規模火災実験棟	石油タンク等の火災実験を行うための施設（主実験場は面積 576m^2、高さ 20m、排煙処理設備を備えている。）

施　設　名	概　　要
物質安全研究棟	危険物､防炎材料などの各種化学物質の安全性についての研究及び防火服の耐熱性能に関する研究を行うための施設
総合消火研究棟	火災・消火に関する基礎､応用研究及び各種規模の模型による火災や消火実験を行う施設（主実験場は面積 625m^2、高さ 22m、排煙処理設備を備えている。）
燃焼実験棟	消防機器及び消防装備の耐熱性能､動作特性に関する研究及び小規模火災実験を行い、可燃物の燃焼特性について調べる施設
非破壊検査棟	X 線透過画像記録装置により化学電池や化学物質廃棄物等の異常反応に起因する火災発生メカニズムを非破壊検査にて解析するための施設

(3) 主な研究設備・機器の整備状況

ア．平成 23 年度に整備された主な設備・機器

○酸素可変型燃焼ユニット一式　（機密性の高くなった空間における火災環境で特徴的な減酸素環境・熱環境を再現することが可能で、個々の可燃物材料から単位時間当たりに発生する発熱量（発熱速度)・有毒ガス発生量を測定するための燃焼ユニットである。）

○イオンクロマトグラフィーシステム　（水に溶けている陰イオン成分を定性、定量することが可能な分析装置であり、この装置の活用により、信頼性の高い情報を得ることで、事故原因調査の高度化、高信頼化に資するものである。）

○燃焼熱量計　（燃焼熱を正確に求めることによって、化学物質の自然発火及び反応性にかかわる潜在的な火災危険性について評価することができる。）

○石油タンク損傷被害推定システム　（消防研究センターで運用している「石油コンビナート等特別防災区域地震動情報」のソフトウェアを利用したシステムで、地震動データに基づいて石油タンク損傷被害（浮き屋根損傷、溢流量、側板座屈、底板の浮き上がり量・回数）の推定を可能にするものである。）

イ．その他の主な設備・機器

○泡消火用計測システム　（泡の消火過程において、燃焼油面展開中の泡の可視化やタンク周囲の気流等、流体現象を可視化、速度解析を行うために必要な高感度カメラと光学系のシステムである。）

○GPGPU 高速化試験用計算機　（火災シミュレータ FDS に GPGPU による高速化を施したプログラムの計算性能を試験するための計算機として使用する。）

○機動鑑識車両（2 台）　（製品火災や危険物漏えい事故が発生した場合、発生原因の解明のため早期に現地調査を行うために、高度な調査・分析装置（デジタルマイクロスコープ、X 線透過装置、ガスクロマトグラフ質量分析計など）を搭載した車両を整備したものである。）

(4) 図書

ア．蔵書数

単行本	12,702 冊
製本雑誌等	10,867 冊
視聴覚資料（CD、DVD、ビデオテープ等）	657 点

イ．平成 23 年度に購入した単行本冊数

459 冊

ウ．定期購入刊行物

和　誌	49 誌
洋　誌	46 誌

エ．定期購読の外国雑誌

1	Brandschutz	ドイツ
2	Bulletin the Seismological Society of America	アメリカ
3	Combustion and Flame	アメリカ
4	Corrosion	アメリカ
5	Disasters	イギリス
6	Engineering Fracture Mechanics	イギリス
7	EMS World	アメリカ
8	Fire	イギリス
9	Fire and Materials	イギリス
10	Fire Engineering	アメリカ
11	Fire Risk Management	アメリカ
12	Fire Safety Journal	イギリス
13	Fire Safety Engineering	イギリス
14	Fire Technology	アメリカ
15	Géotechnique	イギリス
16	Hydrocarbon Processing	アメリカ
17	I&EC Research	アメリカ
18	International Journal of Fracture	オランダ
19	Journal of Applied Fire Science	アメリカ
20	Journal of Applied Meteorology and Climatology	アメリカ
21	Journal of Applied Physics	アメリカ
22	Journal of the Atmospheric Sciences	アメリカ
23	Journal of Chemical Physics	アメリカ
24	Journal of Electrostatics	オランダ
25	Journal of Fluid Mechanics	イギリス
26	Journal of Fire Sciences	アメリカ
27	Journal of Fire Protection Engineering	アメリカ
28	Journal of Hazardous Materials	オランダ
29	Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering	アメリカ
30	Journal of Physical Chemistry	アメリカ
31	Journal of Physics D, Applied Physics	イギリス
32	Journal of Research of NIST	アメリカ
33	Journal of Loss Prevention in the Process Industries	イギリス
34	Loss Prevention Bulletin	イギリス
35	Measurement Science and Technology	イギリス
36	NFPA Journal	アメリカ
37	Proceeding of The IEEE	アメリカ
38	Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences	イギリス

39	Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society	イギリス
40	Seismological Research Letters	アメリカ
41	Textile Research Journal	アメリカ
42	Trans. ASME JC. Journal of Heat Transfer	アメリカ
43	Trans. ASME JE. Journal of Applied Mechanics	アメリカ
44	Trans. ASME Journal of Manufacturing Science and Engineering	アメリカ
45	VFDB Zeitchrift	ドイツ
46	Journal of Structural Fire Engineering	イギリス

3　年　表

(1) 昭和 23 年度～平成 23 年度略年表

年月日	事　　項
昭和　23. 3. 7	国家消防庁の内局として消防研究所設立、初代所長に小林辰男就任、定員 87 人、書記室、技術課、査察課の 1 室 2 課を置く。
25. 2	消防研究所報告創刊
26. 8. 1	書記室を庶務課に改める。
27. 8. 1	行政機構改革により、消防研究所は国家消防本部の附属機関となる。
27. 8.18	検定課（技術課検定係の昇格）を置き、4 課制となる。
28. 5	消研輯報創刊
28.11.11 ～12	第 1 回全国消防技術者会議開催、以後毎年秋期に開催
31. 5. 1	2 代所長に鈴木茂哉就任
34. 4.20	消防組織法改正、消防研究所組織規則制定により、所掌業務の明確化、機構改正により、業務の一部及び技官 7 人を国家消防本部に移す。
34. 5.11	技術課の各係を研究室に改め、7 研究室とする。
35. 7. 1	自治省設置、消防庁はその外局となり、消防研究所は消防庁の附属機関となる。（自治庁設置法、消防組織法の一部改正）
36. 3.27	R.I 実験棟竣工
36. 4. 1	技術課を研究部に改め、9 研究室とする。
37.10. 1	3 代所長に中田金市就任
38. 4.20	研究部を 2 研究部（10 研究室）とし、査察課を廃止（組織規則改正）
38.12.31	検定課を廃止し（検定業務を日本消防検定協会に移す。）2 部 1 課制となる。（組織規則改正）定員 17 人減
40. 5.20	総合消火実験棟竣工
42. 3.20	本館庁舎竣工
42. 8	消防研究所年報創刊
43. 3. 7	消防研究所創立 20 周年、「消防研究所 20 年史」刊行
43. 4.25	排煙救命実験棟及び爆発実験棟竣工
44. 3.20	水力及び機械実験棟竣工
44. 7.22	研究部を 3 研究部（12 研究室）とし、特別研究員を設ける。（組織規則、同規程の改正）
46. 4.16	消防研究所一般公開、以後毎年春期に公開
46.10. 1	4 代所長に熊野陽平就任

年月日	事　　項
48. 4. 1	組織規則の一部改正により、各研究部の研究室について改廃、再編成を行う。
51. 5.10	組織規則の一部改正により、1 室新設し、13 研究室となる。
53. 3. 7	消防研究所創立 30 周年、「消防研究所 30 年史」刊行
54.10. 1	各部に主任研究官を設置（消防庁訓令の改正）
55. 5.21	5 代所長に矢筈野義郎就任
57. 4. 6	組織規則等の一部改正により研究企画官を設置し、第三研究部の研究室の一部について再編成を行う。（特別研究員を廃止、特殊機材研究室を地震防災研究室へ改編）
58. 5. 1	6 代所長に渡辺彰夫就任
59. 7. 1	消防庁の施設等機関となる。
59.11. 7	排煙処理装置付消火実験棟竣工
61. 5.16	7 代所長に山鹿修蔵就任
63. 3. 7	消防研究所創立 40 周年、「最近 10 年のあゆみ」刊行
平成　元.11. 6	8 代所長に長谷川壽夫就任
3. 8.20	材料実験棟竣工
4. 7. 1	9 代所長に佐々木弘明就任
7. 1. 1	10 代所長に次郎丸誠男就任
8. 3.29	情報管理棟、機械研究棟、建築防火研究棟、物質安全研究棟及び総合消火研究棟竣工
10. 3. 7	消防研究所創立 50 周年、「消防研究所 50 年史」刊行
10. 4. 1	11 代所長に亀井浅道就任
13. 1. 6	総務省設置により、総務省消防庁の施設等機関となる。
13. 1.31	本館、燃焼実験棟、車庫棟竣工
13. 3.30	非破壊検査棟竣工
13. 4. 1	独立行政法人消防研究所法施行により、独立行政法人消防研究所となる。1 課 3 部
13. 4. 1	初代理事長に平野敏右就任
15. 2. 1	研究企画部に火災原因調査室を設置
15. 4. 1	上席研究官を設置（組織規程の一部改正）
15. 4. 1	1 課 3 部 1 室となる。（組織規程の一部改正）
16. 4. 1	2 代理事長に室﨑益輝就任
18. 4. 1	独立行政法人消防研究所解散（平成十八年三月三十一日法律第二十二号）
18. 4. 1	総務省消防庁消防大学校に、消防研究センターを設置。3 部 6 室 初代消防研究センター所長に室﨑益輝就任
20. 3. 7	消防研究所創立 60 周年
20. 4. 1	2 代消防研究センター所長に寺村映就任
20.10. 1	危険物の流出等事故原因調査事務の追加を受け、火災原因調査室を原因調査室に変更
21. 3.31	「最近 10 年のあゆみ －消防研究所 60 周年－」刊行
21. 4. 1	研究企画部を振替廃止し、火災災害調査部に地域連携企画担当部長及び研究企画室

年月日	事　　項
	を設置
21. 7.14	3 代消防研究センター所長に木原正則就任
23. 4. 1	4 代消防研究センター所長に松原美之就任

4　平成 23 年度刊行物

消防研究センターで行った研究成果の一部は、「消防研究所報告」あるいは「消防研究技術資料」として刊行し、国内・国外の学会、研究機関、都道府県、消防学校、全国の消防本部等に配布しております。研究の詳細についてのご希望やご意見等がございましたら、消防研究センターまでご連絡ください。

(1) 消防研究所報告

ア．通巻 111 号（2011 年 9 月）

【技術報告】

1. 拡張現実（AR）を用いた現位置における防災情報可視化の試み

細川直史、武原　靖、柴山明寛、秦　康範、高梨健一

2. 2011 年東北地方太平洋沖地震及び 4 月 11 日の福島県浜通りを震源とする地震による土砂災害

新井場公徳、吉原　浩、天野久徳、座間信作、河関大祐、高梨健一

【解説】

3. 将来に向けた大規模建物内火災シミュレーションのあり方について

阿部伸之

イ．通巻 112 号（2012 年 3 月）

【技術報告】

1. 地図情報を活用した防災情報の収集共有サイクルに関する研究～情報収集方法と EMT 江別体制構築の検証～

目黒茂樹、小川健太、鄭　炳表、遠藤　真、細川直史

2. 金属粉の微小発熱挙動に与える湿度の影響

岩田雄策

3. 各種金属類の事故事例と消防法による危険性評価

古積　博、岩田雄策

4. 平成 23 年台風 12 号による三重県南部及び和歌山県東部における土砂災害の現地調査

新井場公徳、久保田勝明、若月　薫

(2) その他の刊行物

ア．消防研究技術資料第 82 号（2011 年 12 月）

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震の被害及び消防活動に関する調査報告書（第 1 報）

消防研究センター

2011 年 3 月 11 日に発生した「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」は、その規模モーメントマグニチュードが 9.0 という我が国の観測史上最大の地震で、宮城県栗原市で震度 7 を観測したほか、東北地方を中心に北海道から九州までが有感となりました。この地震に伴い、極めて大きな津波が発生し、特に東北地方太平洋沿岸では 40m を上回る遡上高となったところもあり、各地に甚大な被害をもたらしました。11 月 29 日付の消防庁のまとめでは、死者 16,079 人、行方不明者 3,499 人となっています。これら多数の犠牲者に対して衷心より追悼の念を捧げるとともに、物心両面にわたって甚大な被害を受けられた被災者の皆様に心よりお見舞いを申し上げます。

消防研究センターでは、この未曾有の巨大地震がもたらした様々な被害のうち、特に火災、危険物施

設に係る被害及び消防活動の実態を後世に残すべく、3 月 23 日から 6 月 18 日（震災から 100 日目）までに、30 回、延べ 287 人日を投じて現地調査を行ってきております。しかし、被災地が極めて広域にわたっていること、発災から 1 か月程度は現地へのアクセスも容易ではなかったこと、さらに現地本部等も被災していること等から、十分な調査がなされたとはいえない段階ではありますが、発災後 100 日、悲しみに区切りをつける日である卒哭忌を過ぎ、一応のまとめとして報告書（第 1 報）を作成することとしました。したがって、本報告書は、被災地では一体何が起こったのかを記述することを第一義とした速報的なもので、その内容は今後の調査で変わりうるものであり、これからの更なる調査とそれに基づく分析結果、今後への教訓、提言等については第 2 報以降に譲ることとしました。今後ともご理解とご支援賜りますようお願い申し上げます。

なお、調査に当たっては、岩手県、宮城県、久慈地区広域連合消防本部、宮古地区広域行政組合消防本部、釜石大槌地区行政事務組合消防本部、大船渡地区消防組合消防本部、陸前高田市消防本部、仙台市消防局、塩釜地区消防事務組合消防本部、気仙沼・本吉地域広域行政事務組合消防本部、石巻地区広域行政事務組合消防本部、いわき市消防本部、酒田広域行政組合消防本部、新潟市消防局、鹿島地方事務組合消防本部、川崎市消防局、市原市消防局、名古屋市消防局、富士宮市消防本部、危険物保安技術協会、消防庁、東京大学消防防災科学技術寄附講座の関係諸氏に大変お世話になりました。

また、参考資料として、東京理科大学 関澤　愛教授（消防研究センターフェロー）から今般の地震火災の特徴について、及び財団法人日本消防設備安全センター 長澤純一理事長（元消防研究所理事）から貞観及び慶長の地震津波との類似性について寄稿していただきました。

ここに記して謝意を表します。

（「まえがき」より）

消 研 輯 報　　第 65 号

平成 25 年 3 月発行

編集者兼
発 行 者　消防庁
消防研究センター

東京都調布市深大寺東町 4-35-3
電話　0422-44-8331（代表）
http://www.fri.go.jp/

禁無断転載